COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant, au nom du Bureau des Longitudes, le 207e Volume de la *Connaissance des Temps* (pour l'an 1885), s'exprime ainsi :

« Depuis plusieurs années cette publication a atteint, sous la direction de notre savant Confrère, M. Lœwy, le degré de perfection que réclamaient de plus en plus les progrès de la Science et ses applications journalières à la Géographie et à la Navigation. Ce Volume contient néanmoins quelques données nouvelles qu'il est bon de signaler. C'est d'abord, dans le Chapitre des étoiles fondamentales, l'addition de six étoiles circumpolaires australes, dont les positions, calculées de jour en jour, étaient vivement désirées par les observateurs de l'autre hémisphère. C'est ensuite, dans le Chapitre consacré à la Lune, les coordonnées de cet astre calculées, non plus seulement d'heure en heure pour le méridien de Paris, mais encore pour son passage à vingt-quatre méridiens équidistants, ce qui permettra aux observateurs situés en un point quelconque du globe d'obtenir exactement les éléments relatifs au passage par leur méridien au

moyen d'une interpolation des plus simples, en prenant pour facteur constant les minutes et secondes de leur longitude. »

M. H. **Resal**, en présentant à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sur la *Physique mathématique*, ajoute :

« Mon but a été de grouper, tout en cherchant à simplifier les démonstrations, les connaissances que nous possédons sur ce sujet, à l'exception de la thermodynamique qui est entrée dans le domaine de l'enseignement, de la théorie de la lumière qui constitue un corps de doctrine spécial, et de la transmission de la quantité de travail par l'électricité, question dont la solution n'est pas encore complètement mûre.

» En résumé, je me suis occupé de l'électrodynamique, de la capillarité, de la chaleur, de l'électricité, du magnétisme et de l'élasticité.

» Je crois avoir introduit dans ce recueil quelques théorèmes nouveaux et quelques questions nouvelles sur lesquelles je ne crois pas devoir insister. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'heure universelle proposée par la Conférence de Rome.* Note de M. **Faye**.

« Lorsque les chemins de fer s'établirent sur notre territoire, on comprit immédiatement qu'il fallait adopter, pour le service de ces voies nouvelles, une heure uniforme, celle de et Paris ; même on aurait bien dû, comme je l'ai proposé il y a trente ans, la rendre obligatoire, par une loi, pour toute la France, à titre d'heure légale et unique.

» Aujourd'hui, les chemins de fer franchissent les limites des États, s'unissent les uns aux autres aux frontières et tendent de plus en plus à s'étendre de l'extrême ouest vers l'extrême orient. Aussi le même besoin d'une heure uniforme, employée concurremment avec l'heure locale de chaque pays, commence-t-il à se manifester, non plus pour un réseau, mais pour les réseaux du monde entier.

» La Télégraphie électrique est venue jeter dans la balance le poids de ses exigences particulières ; les grands centres de commerce recevant à tout instant des avis de toute nature, des ordres de vente, d'achat, etc., provenant de toutes les parties du monde, ont senti également, et même avec plus de force, le besoin d'une heure uniforme pour parer à la diversité des heures et des dates locales.

» C'est le Gouvernement des États-Unis qui, dans un intérêt tout à fait pratique, a pris l'initiative d'une proposition à ce sujet. Il a demandé aux autres États s'ils agréeraient qu'une Convention se réunît à Washington pour décider la question de l'heure universelle. Mais on n'a pas tardé à comprendre que la question n'est pas tout à fait aussi simple que l'unification des heures sur le territoire restreint d'une nation quelconque. Aussi le Gouvernement français a-t-il eu raison de consulter l'Académie, qui lui a conseillé d'accepter la convocation des États-Unis, tandis que le Sénat de Hambourg demandait de son côté l'avis de l'Association géodésique internationale.

» Entre temps, des savants dont on ne saurait méconnaître la hauteur de vues ont pensé qu'il fallait profiter de cette occasion, offerte par les besoins de la pratique, pour remettre sur le tapis d'autres questions analogues d'intérêt international, à savoir : 1° l'unification des méridiens de départ pour la Géographie et la Navigation; 2° la propagation du système métrique auquel manque l'accession définitive de quelques grandes puissances. Sur leur avis, la Conférence géodésique qui s'est réunie à Rome en octobre dernier ([1]), avec l'appui hautement bienveillant et courtois du Gouvernement italien, a ajouté toutes ces questions à son programme habituel.

» Rien de plus sage et de plus pratique que les décisions qui ont été prises en cette occasion par la Conférence. Quelques détails seulement, relatifs à l'heure universelle et à la numération des méridiens, me semblent offrir des difficultés ou appeler des modifications, et comme la discussion restera ouverte jusqu'à ce qu'une Convention diplomatique ait statué, je demande à l'Académie la permission de signaler ici les changements de détail qui me paraissent nécessaires.

» La Conférence propose d'adopter, pour l'heure universelle, non pas l'heure civile, mais l'heure astronomique de Greenwich. Elle prescrit de compter les longitudes de 0 à 24^h vers l'est. Elle demande que ses décisions soient introduites et expliquées dans l'enseignement public au même titre que le système métrique.

» Je ferai remarquer d'abord que la formule du beau Rapport adressé à la Conférence par le président et les secrétaires de l'Association géodé-

---

([1]) Sous la présidence de M. le colonel Ferrero, chef de la Commission géodésique en Italie.

sique internationale, à savoir :

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h),$$

dans laquelle le mot *temps* désigne à la fois la date et l'heure, et L la longitude comptée à l'est de Greenwich de o à 24^h, formule parfaitement acceptable pour des astronomes et des marins qui ne s'y tromperont pas, n'est pas acceptable pour le public, ni pour les agents des chemins de fer, des télégraphes, des bureaux de commerce, etc. Ces derniers risqueront fort, en l'appliquant, de commettre des erreurs de date.

» Par exemple, le temps local étant, par 18^h de longitude, le 24 novembre à 12^h et, au même instant, par 6^h de longitude, le 25 novembre à 0^h, il faudra, pour calculer le temps universel, retrancher du premier $18^h + 12^h = 30^h$, et du second $6^h + 12^h = 18^h$, ce qui donne le 23 novembre à 6^h et le 24 novembre à 6^h. L'heure est juste, mais les dates diffèrent d'un jour. Or, dans les dépêches, la date est au moins aussi importante que l'heure. Comment des employés ayant à appliquer la règle, ou des maîtres chargés de l'expliquer à leurs élèves se tireront-ils de cette contradiction ?

» Elle tient à ce que, dans le système de la Conférence, il faut deux formules au lieu d'une ; il faut distinguer si le lieu considéré est à l'est ou à l'ouest.

» 1° *Si le lieu est à l'est :*

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h);$$

» 2° *Si le lieu est à l'ouest :*

$$\text{Temps universel} = \text{temps local} + 1^j - (L + 12^h).$$

» C'est une complication regrettable. Pour l'éviter, il faudrait renoncer à compter les longitudes de o à 24^h, et revenir à l'ancienne convention des astronomes et des géographes. En effet, si l'on dit :

» *Les longitudes se comptent de* o *à* 12^h *positivement vers l'est, et négativement vers l'ouest,* la formule

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h)$$

devient applicable à tous les cas ([1]).

([1]) Aujourd'hui le public est familiarisé avec l'emploi des signes + et —. Les joueurs

» Voici un second point plus important. Il serait facile, il me paraît indispensable de simplifier cette formule en supprimant le dernier terme. On aurait alors

$$\text{temps univ.} = \text{temps local} - \text{L}.$$

» Cela revient à choisir, pour l'heure universelle, non pas l'heure astronomique de Greenwich, mais l'heure civile, l'heure de tout le monde.

» Si la Conférence de Rome s'est résignée à cette complication, ç'a été sous l'influence prépondérante des astronomes présents qui se proposaient d'introduire aussi l'heure universelle dans leurs éphémérides, leurs calculs et leur correspondance télégraphique, et cela sans avoir rien à changer à leurs habitudes.

» N'est-ce pas là une cause de trouble et de confusion? Les astronomes et les marins sont habitués à se servir de l'heure astronomique plutôt que de l'heure civile, mais cette distinction est inconnue du public, qui n'en a jamais eu et qui n'en aura jamais besoin ([1]).

» Voici une seconde raison non moins frappante. Si l'on adopte le système de la Conférence, c'est-à-dire l'heure astronomique de Greenwich, il y aura désaccord aussi complet que possible entre l'heure locale et l'heure universelle, surtout dans la partie la plus peuplée du globe. Ainsi, en Angleterre, en France, dans une partie de l'Espagne, en Belgique, en Hollande, dans une partie de l'Allemagne et de l'Italie, l'heure universelle sera

---

et même les joueuses de whist emploient journellement ces signes dans le décompte de leurs profits et pertes. Tout le monde sait que si un nombre est affecté du signe —, la soustraction se change pour lui en une addition. Ainsi retrancher une perte de 10^{fr} ou -10^{fr} de l'actif d'un joueur, revient à ajouter 10^{fr} à cet actif.

On objectera peut-être que, dans les pays traversés par le premier méridien, des lieux très voisins, d'un kilomètre par exemple, pourraient avoir des longitudes de signes contraires, telles que $+0^h0^m1^s$ et $-0^h0^m1^s$. Mais cela n'est pas plus incommode que d'avoir pour ces mêmes lieux des longitudes aussi disparates que $0^h0^m1^s$ et $23^h59^m59^s$.

En réalité, l'habitude des astronomes est de compter les longitudes négativement à l'est. En ce cas on changerait le signe de L dans la formule précédente.

([1]) Elle est même si peu nécessaire aux astronomes que ceux-ci avaient adopté en France l'heure civile à l'époque où le calendrier républicain fut institué (il fait commencer l'année au minuit qui précède l'instant de l'équinoxe d'automne). Voyez, à ce sujet, la *Mécanique céleste* et les Tables astronomiques publiées par le Bureau des Longitudes, jusqu'en 1828, époque où parurent les belles Tables de la Lune de Damoiseau; on y lit encore : « *L'origine du temps est fixée au* 1er *janvier* 1801, *au minuit de Paris*. Il est peut-être fâcheux que les astronomes n'aient pas persévéré. »

à peu près minuit en plein midi. Sans doute ces deux heures s'accorderont quelque part, mais ce sera au beau milieu de l'océan Pacifique, où il n'y a personne.

» Au contraire, en adoptant ma proposition, l'heure universelle serait identiquement l'heure civile en Angleterre, celle des chemins de fer. Il en serait de même en France et en Algérie à 9 minutes près. Il en serait de même dans une bonne partie de l'Europe à une demi-heure près, et ainsi de suite.

» Si notre pays conserve le méridien de Paris, qui se rattache chez nous à d'immenses travaux, à des traditions séculaires, et qui fait partie, pour ainsi dire, de l'individualité scientifique de la France, ce méridien ne gênerait en rien l'adoption de l'heure universelle de la Conférence. Après avoir calculé l'heure de Paris par la formule

$$\text{temps de Paris} = \text{temps local} - L,$$

on aurait tout simplement à se rappeler que l'heure universelle est en retard de 9 minutes sur la nôtre.

» En résumé, je propose les modifications que voici :

» 1° Compter les longitudes de 0 à $+12^h$ vers l'est et de 0 à -12^h vers l'ouest;

» 2° Adopter l'heure civile, au lieu de l'heure astronomique de Greenwich, pour heure universelle;

» 3° Laisser les astronomes et les marins employer à leur gré le temps universel sous la forme civile ou astronomique, c'est-à-dire placer l'origine de leur jour à midi ou à minuit, ce qui ne porte aucun préjudice aux intérêts généraux dont nous nous occupons.

» Bien que je n'aie ici en vue que l'heure universelle, il ne sera peut-être pas hors de propos de toucher, en terminant, aux deux autres questions.

» Un sentiment élevé animait à cet égard tous les membres de la Conférence, et ç'a été un spectacle frappant que de voir les représentants civils et militaires de presque tous les pays civilisés se lever, sous les voûtes du Capitole, pour adresser à l'Angleterre, et par sous-entendu à la France, l'invitation suivante :

» *La Conférence espère que, si le monde entier s'accorde sur l'unification des longitudes et des heures, en acceptant le méridien de Greenwich comme point de départ, la Grande-Bretagne trouvera dans ce fait un motif de faire, de son*

côté, un nouveau pas en faveur de l'unification des poids et mesures, en adhérant à la Convention du Mètre du 20 mai 1875. »

MÉCANIQUE. — *Remarques relatives au problème dit des deux chaînes, proposé par M.* Piarron de Mondésir. Note de M. **H. Resal.**

« Dans la séance du 22 octobre 1883, M. de Mondésir a présenté une Note dont voici, à peu près, le résumé :

» 1° *Un fil* (dont la masse est négligeable) passe sur une poulie *dont le centre est* O *et le rayon* ρ. *Les extrémités du fil sont respectivement attachées à deux chaînes pesantes* (A) et (A'). *A l'instant initial, la première de ces chaînes est entièrement massée sur un plan horizontal* (P), *tandis que l'autre, partiellement massée sur le même plan, produit le mouvement.*

» *Déterminer la loi du mouvement, abstraction faite de l'inertie de la poulie et des résistances passives.*

» 2° *Le principe du travail virtuel est-il applicable à ce problème?*

» La Note de M. de Mondésir a été renvoyée à la Section de Mécanique, qui a cru devoir s'en remettre à mon appréciation personnelle, en se dégageant de toute responsabilité. C'est à ce point de vue que je vais me placer. Qu'il me soit d'abord permis de rappeler que M. de Mondésir est un ingénieur éminent, bien connu dans le corps des Ponts et Chaussées et notamment pour ses travaux, devenus classiques, sur les poutres droites. Je reviens à la question dont il s'agit :

» Avant de l'aborder, j'ai cru devoir faire quelques expériences sur le *massement* (si l'on peut s'exprimer ainsi) d'une chaîne en or d'un petit diamètre, à maillons articulés très petits, et par suite d'une grande souplesse. En prenant toutes les précautions qu'on a le droit d'exiger, les massements ont affecté des formes bien diverses, ce qui s'explique par l'instabilité du système relativement à son contact avec (P); la cause la plus secondaire, indépendante de la volonté de l'expérimentateur, influe considérablement sur les formes spiraloïdes du massement; quand la chaîne, massée partiellement, est soulevée, elle ne reste pas rigoureusement verticale; les spiraloïdes supérieurs entrent en mouvement et le frottement annihile sur une certaine étendue la propagation du mouvement.

» Pour résoudre le problème proposé, au point de vue de la Mécanique rationnelle, il faudrait concevoir que chaque chaîne fût guidée dans la région de (P) par un tuyau à embouchure verticale dont la paroi inté-

rieure serait assez polie pour ne pas donner lieu à un frottement appréciable; mais alors l'application du principe du travail virtuel et de celui des forces vives qui en est une conséquence n'est pas discutable. Dans ces conditions, l'idée des *masses variables en mouvement* de M. de Mondésir (*Dialogues sur la Mécanique*, p. 93 et suiv., 1870) n'aurait pas de raison d'être.

» Toutefois je vais reprendre l'hypothèse de M. de Mondésir, consistant à admettre que le massement reste en repos (ce qui implique l'intervention du frottement entre les parties spiraloïdes plus ou moins superposées), à l'exception de l'élément supérieur qui tend à devenir vertical, tout en répétant qu'il ne s'agit plus ici de Mécanique rationnelle.

» Soient

q, q' les poids de l'unité de longueur de (A), (A');
ρ le rayon de la poulie;
h la hauteur de son centre O au-dessus du plan horizontal;
l la longueur du fil;
z, z' les hauteurs des extrémités supérieures de (A) et (A') au-dessus de (P).

» Il est facile de voir que l'on a

$$z + z' = 2(h + \pi\rho) - l. \tag{1}$$

» L'équation des forces s'applique, sans restriction, au système des deux chaînes, en supposant nulles les vitesses des molécules des parties massées, et donne

$$\frac{1}{2g}(qz + q'z')\frac{dz^2}{dt^2} = -\frac{1}{2}(qz^2 + q'z'^2) + \text{const.}\frac{C}{2}$$

ou

$$\frac{1}{g}(qz + q'z')\frac{dz^2}{dt^2} = qz^2 - q'z'^2 + C, \tag{2}$$

» Pour $z = 0$, on a

$$\frac{dz}{dt} = 0, \quad z' = 2(h + \pi\rho) - l;$$

d'où

$$C = -q'[2(h + \pi\rho) - l]^2. \tag{3}$$

» En remplaçant, dans l'équation (2), z' par sa valeur déduite de la formule (1), le temps s'exprimera au moyen de z par une quadrature.

» Si l'on différentie cette équation par rapport au temps, on trouve

$$\frac{1}{g}(qz + q'z')\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{1}{2g}(q - q')\frac{dz^2}{dt^2} = -qz + q'z'. \tag{4}$$

» C'est l'équation à laquelle devrait conduire le principe du travail virtuel, avec lequel je vais essayer de la faire cadrer.

» La quantité de mouvement (A) est

$$\frac{q}{g} z \frac{dz}{dt}.$$

» Si la masse qz restait constante, l'accroissement infiniment petit de cette quantité de mouvement serait

$$\frac{qz}{g} \frac{d^2 z}{dt^2} dt.$$

» Mais la longueur dz de la partie massée passe brusquement de la vitesse zéro à la vitesse $\frac{dz}{dt}$; il y a donc ici discontinuité. Si l'on estime à sa moyenne valeur la quantité de mouvement correspondant à dz (ce qui est une hypothèse), ou à

$$\frac{1}{2} \frac{q}{g} dz \frac{dz}{dt},$$

l'accroissement total de la quantité de mouvement de (A) sera

$$\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} dt + \frac{1}{2} dz \frac{dz}{dt}\right);$$

d'où, pour la force d'inertie, dirigée dans le sens de la pesanteur,

$$\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz^2}{dt^2}\right).$$

» On trouverait de la même manière, pour la force d'inertie de (A'),

$$\frac{q'}{g}\left(z' \frac{d^2 z'}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz'^2}{dt^2}\right).$$

» On aurait ainsi, pour l'équation du travail virtuel,

$$\delta z \left[\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz^2}{dt^2}\right) + qz\right] + \delta z' \left[\frac{q'}{g}\left(z' \frac{d^2 z'}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz'^2}{dt^2}\right) + q'z'\right] = 0,$$

et, en remarquant que, d'après la formule (1), on a

$$\delta z' = -\delta z, \quad \frac{dz'}{dt} = -\frac{dz}{dt}, \quad \frac{d^2 z'}{dt^2} = -\frac{d^2 z}{dt^2},$$

on retomberait sur l'équation (4).

» En résumé, M. de Mondésir a fait une hypothèse, j'en ai fait une autre, et finalement nous sommes tombés d'accord. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'inoculation préventive avec les cultures charbonneuses atténuées par la méthode des chauffages rapides.* Note de M. A. **Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« Les études que j'ai entreprises et que je continue avec la collaboration de M. Wosnessenski, sur le rôle respectif de la chaleur et de l'oxygène dans l'atténuation des cultures virulentes [1], ont démontré l'énorme prépondérance du premier de ces agents et la possibilité de produire, par l'emploi exclusif des chauffages rapides, des cultures atténuées pratiquement utilisables pour l'inoculation préventive. Mais je ne me suis pas étendu sur ce dernier point, mon travail ayant exclusivement pour but de résoudre, au point de vue scientifique pur, l'importante question de l'influence du principal facteur de l'atténuation virulente. Il ne me semblait pas, du reste, très urgent de m'attacher à la question des applications pratiques, en présence des excellents résultats obtenus avec le procédé d'atténuation de M. Pasteur, résultats qui répondent et suffisent à presque toutes les exigences.

» Mais j'aurais méconnu les véritables intérêts de la Science, si j'avais continué à négliger l'étude de l'utilisation pratique de la méthode des chauffages rapides. Les résultats de cette étude, dussent-ils révéler, dans le cas spécial du charbon, une grande infériorité sur les méthodes déjà avantageusement exploitées, ne pouvaient-ils néanmoins fournir d'importants documents, capables d'éclairer la question générale de l'atténuation virulente et des inoculations préventives?

» Depuis le mois de mai 1882 jusqu'au mois de septembre, j'ai inoculé, avec mes liquides de cultures spéciales dont les spores étaient atténuées par le chauffage à + 80°, un très grand nombre de moutons. Aucun n'a succombé, et, dans tous les cas, je me suis assuré par une troisième culture que ces spores inoffensives avaient conservé toute leur activité prolifique.

» Mais ce qui intéresse surtout, c'est de savoir si ces moutons avaient acquis un certain degré d'immunité, autrement si l'inoculation avait exercé sur eux une influence préservatrice. Le fait n'est pas douteux; il m'a été démontré, à maintes reprises, d'une manière très éclatante, dès le début

[1] *Comptes rendus*, t. XCVI, séance des 26 février, 5 et 12 mars, 21 mai 1883.

même de mes expériences, par les résultats d'une seconde inoculation pratiquée avec du virus fort. C'est une épreuve à laquelle je n'ai soumis qu'un très petit nombre de sujets, sept en tout, choisis parmi ceux que la première inoculation avait rendus très sensiblement malades. Or, dans les sept cas, les moutons ont parfaitement résisté à l'action du virus fort.

» Il est certain que tous les sujets n'auraient pas présenté la même résistance; la majeure partie de ceux sur lesquels la première inoculation n'avait produit que des effets aussi légers qu'éphémères aurait, à coup sûr, succombé après l'inoculation d'épreuve; mais le résultat obtenu sur les sujets choisis était assez net pour faire penser qu'il eût été possible de rendre tous les moutons inoculés également réfractaires. C'est le but que je me suis proposé dans mes recherches ultérieures. Pour l'atteindre, j'ai eu recours au procédé dit de la vaccination double, introduit dans la pratique par M. Pasteur. Je n'exposerai pas tous mes tâtonnements pour réaliser les meilleures conditions d'application du procédé. Voici la manière d'opérer qui m'a paru la plus convenable. Au lieu de chauffer en masse tout le liquide dit *vaccinal* contenu dans chaque matras, j'en fais deux parts égales : l'une d'elles seulement est chauffée à $+80^\circ$; l'autre est conservée telle quelle. Celle-ci, avec son atténuation primitive faible, est dans les meilleures conditions pour servir de ce que M. Pasteur appelle le *deuxième vaccin;* celle-là, dont l'atténuation est complétée par le chauffage à $+80^\circ$, sert de premier vaccin.

» L'essai de ce procédé a été tenté sur dix moutons. Après la première inoculation, aucun n'a succombé et n'a même été sensiblement malade. La seconde inoculation, retardée par le fait de diverses circonstances, n'a pu, malheureusement, être faite que deux mois juste après la première; elle ne parut pas éprouver davantage les sujets d'expérience. Cependant l'un d'eux mourut tardivement du sang de rate. Enfin l'opération décisive, l'inoculation d'épreuve avec le virus très actif d'une culture normale, fut pratiquée trois semaines après la seconde vaccination, puis réitérée le sixième jour avec du sang très virulent, répétée enfin une troisième fois toujours avec du sang charbonneux très riche en bâtonnets. Le succès fut complet. Malgré cette accumulation de virus extrêmement actif, les neuf survivants résistèrent tous parfaitement. Ces moutons étaient donc bien en possession d'une immunité parfaite.

» Les résultats si favorables de cet essai donnaient la preuve que la méthode des chauffages rapides pouvait être appliquée avec succès à la pratique des inoculations préventives et méritait d'être étudiée à ce point de

vue. Cette étude nouvelle, objet de recherches multipliées, m'a permis de déterminer les conditions grâce auxquelles on peut entreprendre avec autant de facilité que de sûreté l'application pratique de la méthode. Je regrette que le défaut de place m'empêche de les indiquer ici.

» Pour compléter ces renseignements, je dirai quelques mots des avantages et des inconvénients pratiques de la méthode.

» Si l'on veut apprécier la valeur pratique d'une méthode d'inoculation préventive, il faut l'envisager au triple point de vue de la facilité d'exécution, de l'innocuité des opérations, de la solidité du résultat poursuivi : la conquête de l'immunité.

» Au point de vue de la facilité d'exécution, on peut affirmer que la méthode est entre les mains de tout le monde : j'entends de toutes les personnes qui sont initiées aux principes élémentaires et à la pratique des cultures virulentes et qui possèdent l'outillage commun, très simple du reste, nécessaire à cette pratique. Je ne crains pas d'affirmer que ceux qui le voudront réussiront partout, aussi bien qu'on le fait dans mon laboratoire, à produire en grande quantité les cultures atténuées destinées à la pratique des inoculations préventives. Il suffira de suivre les indications que j'ai données et qui, toutes, peuvent être réalisées facilement avec une grande précision. Nulle des opérations à faire n'est, à proprement parler, délicate. Une seule, le chauffage des spores à $+80°$, nécessiterait un outillage spécial, pour être bien exécutée, si l'on voulait agir à la fois sur bon nombre de ballons.

» Relativement à l'innocuité des inoculations, les faits que j'ai signalés et bien d'autres séries d'expériences dont je n'ai pas parlé, parce que chacune ne comprenait qu'un trop petit nombre de sujets, prouvent que la méthode ne paraît le céder à aucune autre. Je dirais même, si je ne m'étais imposé une réserve systématique, qu'elle possède un avantage particulier. Le vice commun de toutes les cultures charbonneuses fortement atténuées, quel que soit le procédé employé pour les produire, c'est de n'avoir qu'une activité fugitive. Mes propres cultures n'échappent pas à cette infirmité, mais il m'a paru qu'elle y est moins prononcée que dans les cultures préparées par la méthode de M. Pasteur. Un moment même, j'ai pu croire que les cultures chauffées à $+80°$ pourraient encore jouer efficacement le rôle de premier liquide vaccinal six semaines au moins après leur préparation. Tous mes essais témoignaient dans ce sens, lorsqu'une dernière expérience, disposée avec le plus grand soin, est venue me démontrer que la seconde inoculation, celle du liquide non chauffé, pouvait tuer alors la moitié des

animaux. On ne peut donc assigner un aussi long terme à la durée certaine de l'activité du premier liquide vaccinal. Il faut ramener cette durée à trente, peut-être même à vingt jours, mais vingt jours bien assurés, par tous les temps, dans toutes les saisons. C'est déjà quelque chose.

» Est-ce au moins une immunité bien solide que celle qui est communiquée au mouton ou au bœuf par ces liquides de culture? Je l'affirme. La méthode, sous ce rapport, peut soutenir avantageusement la comparaison avec toute autre méthode. Cette grande solidité, constatée expérimentalement en maintes circonstances, tient à la grande activité du second liquide, dit *vaccinal;* non chauffé, ce liquide se rapproche beaucoup des virus forts, et ne peut faire autrement que de produire une profonde impression sur l'économie des animaux.

» Naturellement l'emploi de ce virus, relativement peu atténué, expose davantage aux risques de pertes par l'inoculation préventive. Mais il ne faut pas chercher à se faire illusion sur les relations établies entre la solidité de l'immunité et l'innocuité des opérations qui déterminent cette immunité. Ce sont deux avantages qui marchent nécessairement en sens inverse; on ne peut renforcer l'un sans affaiblir l'autre. Rien de plus facile que de faire des cultures atténuées, dont l'inoculation est pour ainsi dire toujours inoffensive; mais alors l'immunité qu'elles confèrent n'est ni très forte ni très durable. Rien de plus facile également que de communiquer aux animaux une excellente immunité, mais à la condition d'employer des virus dont l'atténuation n'est pas assez prononcée pour n'entraîner aucun risque de mort. L'idéal consisterait à conférer l'immunité la plus forte et la plus durable sans s'exposer à perdre des animaux par l'inoculation ou, plus exactement, en s'exposant seulement à des chances de pertes insignifiantes. Je ferai connaître dans une autre Communication le résultat des tentatives que j'ai faites pour obtenir ce résultat. »

M. R. Clausius fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier sous le titre « Zur Theorie der dynamoelectrischen Maschinen » (Extrait des *Annalen der Physik und Chemie,* neue Folge, Band XX, 1883).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place

d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

Cette Commission doit comprendre deux Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, deux Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, deux Membres choisis parmi les Académiciens libres, et le Président en exercice.

Les Membres qui ont réuni la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques. . . . . MM. **Bertrand, Jamin.**
Pour les Sciences physiques. . . . . . . **Boussingault, Daubrée.**
Parmi les Académiciens libres. . . . . . **Larrey, du Moncel.**

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Tresca, Chevreul, de Lesseps.

MÉMOIRES LUS.

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport sommaire sur les travaux de la mission du cap Horn. Observations astronomiques;* par M. H. Courcelle-Seneuil, chef de la Mission polaire établie à la baie Orange.

« Paris, 3 décembre 1883.

» Le lieutenant de vaisseau Weyprecht, de la marine impériale autrichienne, formulait, dès 1875, le projet d'établir plusieurs observatoires dans les régions arctiques et antarctiques, avec le but d'y organiser des observations météorologiques et magnétiques horaires, faites simultanément autour du pôle. Ce projet fut soumis, le 22 avril 1879, au Congrès international de Météorologie réuni à Rome.

» Après en avoir délibéré et reconnu la haute importance scientifique, le Congrès prit sur lui de recommander à tous les gouvernements de donner le secours le plus efficace à de pareilles tentatives et chargea son Comité permanent de provoquer la convocation d'une conférence spéciale, composée de délégués munis des instructions et des pouvoirs nécessaires par les gouvernements qui croiraient devoir participer à l'entreprise.

» A ce moment, une seule expédition se préparait, destinée à la Nouvelle-Zemble, sous les auspices de M. le comte Wilczek et sous le commandement du lieutenant Weyprecht.

» La première Conférence polaire internationale, réunie à Hambourg le 1er octobre 1879, comprenait les délégués de huit États, savoir : l'Alle-

magne, l'Autriche, le Danemark, la France, la Hollande, la Norvège, la Russie et la Suède. La France s'y trouvait représentée par M. Mascart, Directeur du Bureau Central météorologique et délégué du Ministère de l'Instruction publique.

» La Conférence, après avoir élaboré un programme détaillé de l'entreprise entière, posa comme condition d'exécution de celle-ci, qu'au moins huit points de la région arctique seraient occupés, et désigna l'intervalle de l'automne 1881 à l'automne 1882 pour les observations qui devraient être faites en même temps dans toutes ces stations pendant une année.

» Afin d'activer le début des opérations en temps opportun, la Conférence polaire se déclara permanente.

» Elle fit ressortir, dans son programme, l'importance de l'entreprise pour l'établissement de principes généraux et de lois certaines sur la pression de l'air, la répartition et les variations de la température, les courants de l'atmosphère, les régimes climatologiques, le développement des prévisions du temps, l'étude des perturbations dans les éléments magnétiques, la connaissance de la répartition de la force magnétique, de ses changements séculaires et autres; l'étude, avec des instruments très précis et bien comparés, de la répartition de la chaleur et des courants sous-marins dans les régions polaires; dans ces mêmes régions, on devait effectuer, d'après les méthodes les plus récentes, des mesures relatives à la forme de la Terre, et enfin recueillir des observations et des collections dans le domaine de la Zoologie, de la Botanique, de la Géologie, etc.

» Le 7 août 1880, à la deuxième Conférence internationale de Berne, neuf États étaient représentés. Trois États notifièrent leur participation formelle à l'entreprise. Un État notifia sa participation conditionnelle. Deux États notifièrent leur participation probable. Trois États notifièrent leur participation incertaine. Ces trois derniers États, l'Italie, la France et l'Allemagne, déclaraient, par leurs délégués, ne pas pouvoir encore promettre de prendre part à l'œuvre projetée.

» Les observations simultanées furent retardées d'un an et durent commencer à partir de l'automne 1882.

» Le 1er mai 1881, les adhésions étaient en nombre suffisant pour l'établissement de huit stations dans les régions arctiques, et la troisième Conférence polaire put être convoquée à Saint-Pétersbourg, le 1er août 1881. Le Lieutenant C. Weyprecht, créateur et promoteur principal de l'entreprise entière, était décédé plusieurs mois auparavant. Les bases définitives du programme furent arrêtées et la Conférence close le 6 août 1881.

» A ce moment, il devenait vraisemblable que l'Allemagne et la France se rallieraient à l'entreprise projetée. Et de fait, sous l'impulsion de M. le Vice-Amiral Cloué, les études préliminaires avaient déjà été exécutées dans notre pays ; un projet de loi fut présenté aux Chambres pour couvrir les dépenses d'une mission scientifique ; enfin la Commission du cap Horn, chargée par MM. les Ministres de la Marine et de l'Instruction publique d'organiser définitivement l'expédition, prit à cet effet les mesures les plus promptes et les plus efficaces.

» Sous la main ferme de son illustre Président, M. Dumas, et grâce à l'appui de l'Académie des Sciences, les dernières difficultés furent aplanies, les instruments commandés, et la Mission réunie dans les premiers jours de mai 1882.

» L'Académie des Sciences voulut bien faire rédiger, par ses Membres, les instructions qui allaient nous servir de guides dans les recherches de toutes sortes.

» Enfin le Parlement, pensant que la France ne pouvait demeurer étrangère à une œuvre à laquelle la plupart des nations maritimes donnaient leur concours, accorda, le 16 mai 1882, les fonds nécessaires à l'expédition.

» Chacun des Membres composant la Mission du cap Horn eut à répondre, comme observateur, à une responsabilité déterminée par la Commission, en rapport avec la préparation spéciale à laquelle il dut se livrer à Paris, sous les yeux de la Commission. On peut ainsi répartir les instruments et le travail :

» M. le Lieutenant de vaisseau Courcelle-Seneuil eut les observations astronomiques ;

» MM. le Lieutenant de vaisseau Payen et l'Enseigne de vaisseau Le Cannellier, le Magnétisme ;

» M. le Lieutenant de vaisseau Lephay, la Météorologie ;

» M. le Dr Hyades, médecin de première classe de la Marine, les études d'Histoire naturelle, relatives au pays même où la Mission serait établie.

» M. le Ministre de la Marine, dans ses instructions en date du 10 juillet, décida que, à raison du caractère international des observations, l'officier débarqué le plus ancien en grade était chargé d'en diriger l'exécution, conformément au programme arrêté par la Commission du cap Horn, et ferait exécuter, comme il le jugerait convenable, les installations de toutes sortes à terre (observatoires, abris pour instruments, cabanes, etc.). Ce fut ainsi que m'incomba le soin de répartir, entre les observateurs, les moyens, en personnel et en matériel, qui durent être mis à ma disposition.

» Les Rapports que les membres de la Mission vont présenter à l'Académie feront connaître si l'utilisation de ces moyens a été complète.

» Le 16 juillet 1882, tout était embarqué.

» Le 6 septembre 1882, dès l'arrivée dans la baie Orange, île d'Hoste, je fus employé à reconnaître le terrain et à rechercher le meilleur emplacement pour l'établissement de la Mission. Le choix de ce point fixé, les travaux d'installation commencèrent et furent poursuivis sans interruption, pendant les heures de jour et quel que fût le temps, par 5 ouvriers et une trentaine d'hommes de corvée.

» Le 16 septembre, le montage des premiers instruments du magnétisme avait lieu, et le 26 septembre, à midi, les observations magnétiques et météorologiques commençaient.

» Le 11 octobre, les membres de la Mission, accompagnés de M. Sauvinet, préparateur du Muséum, s'établissaient définitivement à terre avec 15 marins.

» Au 22 octobre, la majeure partie de l'établissement achevée comprenait : un observatoire magnétique, un observatoire astronomique, une cabane pour l'appareil de dosage de l'acide carbonique de l'air, une autre cabane pour marégraphe enregistreur, un pont de 30^{m} pour le service de ce marégraphe, un logement pour les officiers avec laboratoire photographique, chambre des baromètres, etc., un logement pour les hommes et ses dépendances, des magasins, enfin le laboratoire d'Histoire naturelle.

» En résumé, malgré les pluies parfois persistantes, malgré des difficultés de terrain assez sérieuses, du 8 septembre au 22 octobre, il a été édifié un établissement dont les différentes parties, collées aux flancs d'une colline abrupte, couvraient 450^{mq}, et reposaient sur près de 200 piliers en bois.

» Dans la période qui suivit, du 22 octobre au 6 décembre, eut lieu l'installation des électromètres, tant enregistreurs que directs, l'achèvement de la mise en service de tous les instruments et enfin les préparatifs ayant trait au passage de Vénus.

» Cette observation, effectuée dans des circonstances de pluie et de vent qui laissaient bien peu d'espoir, fut cependant couronnée de succès.

» Aussitôt, je coopérai de ma personne au service de veille organisé entre les officiers.

» Ce service qui, du 26 septembre 1882 au 1er septembre 1883, fonctionna nuit et jour sans subir d'interruption, comprenait un officier de garde, un timonier pour veiller l'heure des observations et un fonctionnaire pour le service intérieur.

» Dans une période de quatre heures, figuraient régulièrement une série d'observations magnétiques directes, une série d'observations météorologiques, des observations d'heure en heure pour la météorologie, pour les échelles de marées, et parfois de quart d'heure en quart d'heure suivant les circonstances.

» Les hommes de veille eurent ainsi à prévenir pour plus de 20000 époques d'observations périodiques, sans compter les observations à époques variables.

» Quelques belles journées de l'été furent consacrées à parcourir la région avoisinante de la baie Orange dans toutes les directions, aussi loin que possible, et dans la mesure des moyens disponibles. Ces explorations, faites à divers points de vue, eurent fréquemment lieu sous la direction de M. le Dr Hyades et lui procurèrent une certaine partie de ses belles collections d'Histoire naturelle.

» Le second semestre fut plus favorable que le premier pour les observations astronomiques, mais présenta encore beaucoup de neige et de pluie.

» Une quarantaine de culminations lunaires, un millier de passages d'étoiles à la lunette méridienne fournirent une très bonne longitude pour l'emplacement de l'observatoire astronomique, et un certain nombre de données pour le Catalogue des étoiles du ciel austral.

» La méthode Talcott a été suivie pour la détermination de la latitude, en employant 40 paires d'étoiles.

» En novembre 1882, deux séries d'observations, au degré près, d'étoiles filantes furent exécutées avec l'aide des membres de la mission.

» 300 courbes complètes du marégraphe enregistreur, accompagnées d'un millier d'observations directes, fournirent la matière d'études qui n'ont jamais été poursuivies dans ces régions, et permettent déjà de faire connaître quelques faits intéressants.

» Je ne puis terminer cette Note sans rendre à nos dévoués auxiliaires toute la justice qui leur est due.

» M. Sauvinet, le jeune préparateur du Muséum, a traversé les longues heures de la baie Orange, toujours prêt, soit pour le travail professionnel, soit pour les explorations et les recherches les plus pénibles.

» Quant aux marins, ils sont tous revenus en bonne santé, après un long séjour sous un climat humide et froid, eux, jeunes gens, confinés dans un espace restreint : c'est dire qu'ils n'ont cessé, à aucun moment, de travailler. Par suite de leur bon esprit, ils ont conservé, sans rixes ni brutalités,

des relations constantes, pendant plus d'un an, avec cette malheureuse population fuégienne, débris de l'âge de pierre encore présent sur notre planète.

» C'est que tous savaient concourir à une œuvre utile et digne de notre pays.

» Il y a huit ans, M. Weyprecht formait le projet des missions simultanées autour des pôles de la Terre; aujourd'hui l'œuvre est accomplie, et la mission française, l'une des premières de retour au point de départ, vous apporte le résultat de ses travaux. Nous avons l'espoir fondé qu'il répondra à votre attente et nous méritera votre approbation. »

MISSION DU CAP HORN. — *Magnétisme terrestre. Enregistreurs. Photographie.* Rapport sommaire de M. **E. Payen**, lieutenant de vaisseau.

« Le programme qui me fut remis avant mon départ de Paris comprenait : la détermination et l'étude des variations diurnes, mensuelles et annuelles des éléments du magnétisme terrestre, l'intensité horizontale, la déclinaison, l'inclinaison et la composante verticale dans leurs rapports avec les orages, aurores australes, etc., ainsi que la reproduction, par la photographie, de tous les points de vue et des phénomènes intéressants.

» M'étaient confiés tous les instruments enregistreurs du magnétisme comprenant : unifilaire, bifilaire, balance magnétique et horloge, l'électrometre enregistreur avec sa pendule, les appareils photographiques et la conservation des courbes de l'électromètre enregistreur.

» L'appareil employé au cap Horn pour l'enregistrement des variations des éléments du magnétisme, imaginé par M. Mascart, permet d'inscrire sur une même feuille de papier recouverte de gélatinobromure d'argent les variations des trois éléments, déclinaison, composante horizontale et composante verticale, avec une sûreté qui est attestée par les 330 courbes diurnes rapportées du cap Horn.

» L'enregistreur proprement dit se compose d'une horloge à pendule et à poids et d'un châssis photographique qui descend de toute sa hauteur en vingt-quatre heures, faisant ainsi passer la face sensibilisée du papier derrière une fenêtre horizontale sur laquelle tombe la lumière réfléchie par les miroirs des instruments magnétiques. L'un de ces miroirs est fixe et donne une ligne de repère, l'autre fait corps avec le barreau aimanté dont il reproduit les plus petits mouvements.

» La Commission polaire internationale ayant recommandé les observations simultanées, l'enregistrement de l'heure devenait très important.

» Le perturbateur électrique, adapté à la pendule par M. Mascart, m'a toujours donné les meilleurs résultats : un contact électrique ferme toutes les heures, pendant quelques instants, un circuit renfermant une petite pile; le courant passe dans une bobine sans fer placée auprès de chaque instrument; la petite perturbation ainsi produite inscrit l'heure sur le papier.

» A cette disposition j'avais ajouté une clef électrique très simple qui, placée en dehors de la chambre des enregistreurs, permettait d'inscrire le moment précis où étaient prises les observations directes et absolues destinées, par exemple, à déterminer le zéro de mes courbes.

» Le pavillon magnétique, tout en bois et cuivre, fut construit à 50^{m} des habitations, près de la mer, contre une colline boisée qui l'abritait complètement du vent d'ouest; l'intérieur fut garni de feutre sur toutes les faces, afin d'éviter autant que possible les variations de température. Ce bâtiment fut le premier construit et, le 18 septembre, c'est-à-dire douze jours après l'arrivée de la *Romanche* à la baie Orange, je procédais au montage des instruments.

» Après quelques difficultés du début, les instruments ont fonctionné d'une façon très satisfaisante. Je dois ici citer le timonier Pill, mon aide de chaque jour, qui par son dévouement modeste, son attention soutenue, m'a été d'un grand secours dans la manipulation délicate de ces instruments.

» Pour remplir le programme de la Commission polaire, toutes les courbes ont été relevées d'heure en heure au quart de millimètre, ce qui donne comme approximation : $24''$ pour la déclinaison, 0,00006 pour la composante horizontale et 0,0001 pour la composante verticale.

» Chaque élément a fourni 7905 observations horaires pour les 8040 heures passées à la baie Orange. Il est nécessaire de remarquer que ce ne sont pas simplement ces observations horaires, mais bien, pour chaque élément, une courbe continue de 7905 heures qui est donnée par les enregistreurs.

» Les observations de la déclinaison, groupées en moyennes horaires mensuelles, donnent lieu aux remarques suivantes :

» L'amplitude diurne augmente régulièrement depuis notre arrivée en septembre jusqu'en décembre, où elle atteint son maximum de $7' 40''$, puis diminue jusqu'en juin où elle n'est plus que de $2' 20''$. Elle augmente ensuite jusqu'à notre départ.

» Le maximum diurne de la déclinaison, dont l'époque varie un peu avec la saison, a lieu vers 1^h du soir, le minimum vers $8^h\ 50^m$ du matin. Les maxima et minima nocturnes ne sont franchement accusés que pendant l'hiver austral; pendant les mois de juin et juillet le minimum de 1^h du matin devient le plus important.

» La courbe des moyennes diurnes fait ressortir la diminution constante de la déclinaison et la plus grande importance des perturbations pendant les mois de l'été austral.

» Ces moyennes, ramenées avec soin aux 300 observations absolues dont M. Le Cannellier parlera dans son Rapport, donnent 4′ comme changement annuel de la déclinaison.

» Les variations de la composante horizontale et de la composante verticale sont de même ordre que celles de la déclinaison.

» Les courbes magnétiques se présentent généralement sous la forme d'une ligne très nette allant graduellement d'un maximum vers un minimum; quelquefois, à la même heure, les trois courbes deviennent tremblées, sinueuses et irrégulières : on est alors en présence d'une perturbation. C'est surtout pour cette étude que les enregistreurs de M. Mascart deviennent de merveilleux auxiliaires; le mouvement le plus petit et le plus rapide étant enregistré, aucune perturbation ne peut échapper à l'observateur.

» Le nombre des perturbations relevées est trop considérable pour qu'il soit possible de les discuter avec quelque détail avant le rapport final. Je dirai seulement que, pendant les 335 jours d'observation, nous avons eu plus de 60 perturbations d'importances très diverses, depuis quelques secondes jusqu'à 20′ (le 20 novembre) pour la déclinaison, avec des durées variables de 4 à 90 heures. La grande perturbation du 16 novembre a été observée aux instruments à lecture directe.

» Des comparaisons entre les perturbations magnétiques et atmosphériques (basses pressions, coups de vent, etc.) ne m'ont jusqu'ici donné aucun résultat; les travaux de Bravais laissent, du reste, peu de doute à cet égard. Il y a eu peu d'orages et aucune aurore australe n'a été observée. Ce phénomène paraît être très rare à la Terre-de-Feu; les missionnaires anglais qui habitent Ooschoowia depuis quinze ans ne l'ont jamais vu.

» La sensibilité des instruments a été déterminée à jour fixe, toutes les deux semaines, au moyen d'un barreau auxiliaire.

» Une attention spéciale a été donnée aux courbes correspondant aux jours termes.

» L'électromètre de M. Mascart, que nous avions au cap Horn, est fondé

sur le même principe que celui de Sir W. Thomson; une aiguille en aluminium, en forme de 8, est suspendue à un double fil de cocon, à l'intérieur d'une sorte de boîte formée par quatre quadrants creux qui sont mis, par paire, en communication avec les deux pôles d'une pile de 20 éléments de Volta, dont le milieu communique au sol; cette précaution donne à l'instrument une symétrie électrique parfaite.

» L'électricité atmosphérique se recueille au moyen d'un mince filet d'eau qui s'écoule d'un grand réservoir en laiton, muni d'un tube métallique de 2^m de long; ce tube sort de la pièce par une ouverture ménagée dans la muraille. Le réservoir est placé sur des flacons-isoloirs à acide sulfurique; il est relié à l'électromètre par un fil isolé qui plonge dans un vase en verre, contenant de l'acide sulfurique concentré; dans ce même vase plonge également une tige en platine partant de l'aiguille en aluminium.

» L'enregistreur photographique est semblable à celui du magnétisme déjà décrit; une ligne fixe est due à la réflexion de la lumière sur la face plane d'une lentille plan convexe placée devant l'instrument; une autre ligne est due à la réflexion sur un miroir plan faisant corps avec l'aiguille, qui, en se déplaçant, fait tourner ce miroir et inscrit ses mouvements sur le papier photographique.

» Si l'enregistreur de l'électricité atmosphérique ne nous a pas donné d'aussi bons résultats que celui du magnétisme, cela tient à ce que les nécessités du terrain ont exigé la construction d'une petite cabane supplémentaire, faite avec quelques planches et des caisses d'emballage.

» Cette cabane, forcément placée dans un endroit très découvert et très éventé, n'a donné aux instruments qu'un abri insuffisant contre l'humidité constante et les froids de l'hiver. Mise hors de service par un violent coup de vent dans la nuit du 28 au 29 novembre, elle fut reconstruite plus solidement le 15 décembre par les ouvriers de la *Romanche*. Le 6 mars, une tempête, inclinant la cabane, a tellement secoué les piliers que l'acide sulfurique a été projeté dans l'instrument, qu'il a fallu démonter et nettoyer avec soin, pendant que la cabane était redressée et soutenue par un cordage en fil de fer. Enfin, pendant l'hiver, j'ai trouvé souvent des morceaux de glace dans l'acide sulfurique.

» Pour me conformer aux instructions préparées par la Commission du cap Horn, j'ai relevé heure par heure, en fractions de millimètre, les courbes de l'enregistreur; les 3000 observations horaires ainsi obtenues ont été converties en éléments de Volta, la valeur du millimètre étant déterminée chaque quinzaine.

» La troisième partie de mon programme, la Photographie, ne me fut confiée que bien peu de jours avant mon départ pour Paris. Les bienveillants conseils de M. Bardy, vice-président du Comité d'Administration de la Société française de Photographie, m'ont permis d'opérer utilement dès mon arrivée à la baie Orange.

» Le matériel se composait de deux appareils photographiques, d'un grand nombre de plaques au gélatino-bromure et des produits nécessaires.

» L'extrême sensibilité du gélatino-bromure a permis, en réduisant le temps de pose à un minimum, d'obtenir des photographies d'indigènes qui pouvaient à peine rester immobiles pendant quelques secondes.

» Je rapporte de la baie Orange cent cinquante-sept clichés photographiques que je divise en quatre sections :

» La première contient les vues se rattachant à notre installation à terre ; détails des bâtiments, disposition du marégraphe, etc.

» La deuxième contient trente-quatre vues de paysages donnant l'aspect général de la contrée que nous habitions.

» La troisième comprend quatre-vingts photographies se rapportant à l'Anthropologie; presque tous les Fuégiens qui sont venus à la mission pendant notre séjour à la Terre-de-Feu y figurent soit en groupes, soit isolément ; une dizaine de vues de cases et de pirogues complètent cette partie.

» Enfin la quatrième section, Histoire naturelle, contient des vues se rattachant plus spécialement à la Botanique, la Géologie et l'Anatomie.

» Pour ces deux dernières sections, j'ai suivi les indications de M. le Dr Hyades pour le choix des sujets, prenant de préférence les Fuégiens mesurés ou moulés par lui. Le Catalogue donnant les noms de tous les sujets permettra de compléter nos études l'une par l'autre.

» J'ajouterai que tous mes Collègues ont tenu à faire de la photographie, aussi bien pour enrichir notre Album que pour se mettre à même de rendre plus tard des services dans un art si utile pour un voyageur.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier M. Mascart : ses bons soins, ses conseils bienveillants m'ont permis d'accepter la lourde tâche qui m'était confiée dans l'expédition du cap Horn. »

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport adressé à l'Académie des Sciences sur les observations magnétiques faites à la baie Orange;* par M. **Le Cannellier.**

« Dans la mission du cap Horn, j'avais été particulièrement chargé des observations faites aux magnétomètres à lecture directe, ainsi que de la détermination absolue des éléments du magnétisme terrestre.

» L'observatoire de variations, installé à la baie Orange, comprenait un déclinomètre, un bifilaire pour la composante horizontale et une balance pour la composante verticale. En outre, conformément au programme de la Commission polaire internationale, on y avait ajouté un unifilaire à aimants déviants, pour les variations de l'intensité horizontale. Chaque appareil, composé dans sa partie essentielle de deux miroirs, l'un fixe, l'autre mobile, portant un petit barreau aimanté et suivant exactement tous ses mouvements, comportait en plus une échelle graduée en demi-millimètres et une lunette de visée, montée sur un pied à vis calantes.

» Grâce aux instructions et aux nombreuses indications que M. Mascart nous avait fournies avant notre départ, tous les instruments furent montés sans aucune difficulté. Dans le but de faciliter la simultanéité des lectures, les lunettes du bifilaire et de la balance avaient été placées très près l'une de l'autre : l'observateur pouvait, sans se déplacer, lire les indications de l'un ou l'autre de ces instruments.

» Les observations faites par l'officier de service avaient lieu dans l'ordre suivant : *Déclinaison, Composante horizontale, Composante verticale;* aussitôt après, les *températures* indiquées par les thermomètres placés dans l'intérieur de chacun des magnétomètres étaient notées avec soin.

» La série, commencée le 26 septembre 1882, s'est continuée sans interruption jusqu'au 1er septembre 1883, aux époques fixées par la Commission, c'est-à-dire six fois par jour et aux heures correspondant à 2^h, 6^h et 10^h, temps moyen de Gœttingue.

» Les déterminations des coefficients de température ayant été effectuées directement en chauffant la salle des instruments, il sera facile de ramener tous les résultats à une température uniforme, et d'éliminer des variations observées celles qui sont dues aux changements du moment magnétique des barreaux.

» Les lunettes d'une grande puissance permettaient d'apprécier le dixième de division, soit, pour la déclinaison, les dix secondes, et, pour les

deux composantes, les trois cents millièmes. Des comparaisons fréquentes, entre les résultats des enregistreurs et des instruments à lecture directe, ont prouvé qu'il y avait entre les variations une concordance aussi satisfaisante que possible. Pour nous en assurer plus complètement, nous avons multiplié les lectures pendant les mois d'été, où la variation diurne atteignait souvent dix minutes, et surtout pendant les fortes perturbations.

» Le 17 novembre, de midi à 3^h du matin, les observations ont eu lieu presque sans interruption de 5 en 5 minutes, et même de minute en minute pendant les deux heures où le mouvement était le plus rapide. Cette perturbation, de beaucoup la plus importante qui ait eu lieu pendant l'année, a fait changer en trois heures et demie la déclinaison de 42', la composante horizontale de $\frac{1}{100}$ et la composante verticale de $\frac{3}{1000}$. Nos 400 observations obtenues dans cette journée tireront leur plus grand intérêt des comparaisons qui auront lieu entre les mouvements simultanés dans les deux hémisphères. D'après le programme de la Commission polaire, nous avions à faire aux *jours termes*, pendant une heure déterminée, des observations répétées de 20^s en 20^s. Ces instructions ont été suivies exactement; les jours les plus importants sont le 15 octobre et le 15 janvier, où un léger mouvement s'est manifesté : pendant les autres jours termes, nous n'avons remarqué aucune marche anormale des éléments magnétiques.

» *Observations absolues.* — Ces observations ont été faites, toutes les fois que l'état du temps l'a permis, sur un pilier construit à 20^m de l'observatoire et abrité par une tente mobile.

» La déclinaison était déterminée avec un théodolite-boussole de Brunner, muni de deux barreaux aimantés. Ces barreaux sont rectangulaires et portent à chaque extrémité un petit cercle d'argent sur lequel est tracé un trait vertical.

» Quatre lectures faites en pointant, au microscope, chacun de ces petits traits, avant et après le retournement du barreau dans son étrier, donnent très exactement le méridien magnétique. Pour déterminer le méridien géographique, j'ai calculé à plusieurs reprises l'azimut du sommet d'une pyramide distante d'environ 5000^m et qui avait servi à la triangulation de la côte. L'instrument donnant les 10", je crois pouvoir dire que, dans presque toutes les mesures de déclinaison, l'erreur commise a été inférieure à une demi-minute.

» Grâce à la simplicité et à la rapidité de la manœuvre du théodolite, il a été possible de multiplier ces observations et d'obtenir, pendant l'année, 300 déterminations absolues de la déclinaison.

» D'après le capitaine King, la déclinaison à la baie Orange était, en 1828, de 23° 56′ (N.-E.). En janvier 1883, elle s'est trouvée de 20° 12′ N.-E., ce qui donne, comme diminution annuelle, 4′; cette valeur coïncide avec celle que nous avons obtenue par nos instruments de variation.

» La boussole de déclinaison était munie d'une règle latérale, perpendiculaire à la direction de l'aiguille, portant deux étriers situés à une distance fixe, et sur lesquels on plaçait un barreau déviant, pour déterminer la composante horizontale par la méthode de Gauss. Cette observation, assez difficile, demandait environ deux heures.

» Pour satisfaire au programme de la Commission polaire internationale, qui demandait une approximation de $\frac{1}{1000}$, nous avons fait de nombreuses observations (45 avec chaque barreau). Toutes ces déterminations, calculées à la baie Orange, ont donné 0,286 comme valeur de la composante. Toutefois, les constantes de l'instrument (longueur de la règle, moment d'inertie des barreaux) doivent être déterminées au retour comme elles l'ont été au départ.

» *Inclinaison.* — L'instrument qui a servi à déterminer l'inclinaison est une boussole ordinaire de Gambey, possédant deux aiguilles.

» Presque toutes les déterminations ont été effectuées avec l'aiguille n° 1, en employant les trois méthodes habituelles : l'aiguille étant placée, soit dans le méridien magnétique, soit dans deux plans perpendiculaires, soit dans un plan faisant un angle connu avec le méridien magnétique. Pendant toutes ces observations, un aide observait fréquemment les instruments de variation, pour réduire les données de ces derniers à leur valeur absolue et contrôler les résultats, ainsi que les déplacements subis par le zéro des échelles.

» Nous n'avons pas encore trouvé d'observations antérieures d'inclinaison, faites à la baie Orange; mais, d'après les résultats obtenus dans le courant de notre mission, l'inclinaison paraît diminuer chaque année un peu plus que la déclinaison, soit d'environ 6′.

» J'ai profité de la relâche de la *Romanche* à l'établissement chilien de Punta-Arenas pour déterminer, à deux reprises, la déclinaison et la force horizontale; j'ai trouvé, en septembre 1883, comme déclinaison moyenne 20° 59′ (N.-E.). En combinant cette observation avec celle qui avait été faite par le capitaine Mayne en 1867 (21° 50′), j'ai obtenu une variation annuelle de 3′,2.

» Cette station étant un point de relâche pour les nombreux bâtiments qui passent le détroit de Magellan, des observations pourront y être faites

fréquemment : elles montreront si la diminution de la déclinaison reste constante, ou si elle éprouve, par la suite, de notables variations.

» Les nombres que j'ai pu donner dans cette Note ne sont encore qu'approximatifs. Une discussion attentive sera nécessaire pour fixer les chiffres définitifs et en déduire les principales conséquences de cette longue série d'observations. »

MISSION DU CAP HORN. — *Résumé des observations météorologiques faites à la baie Orange (Terre-de-Feu), du 26 septembre 1882 au 1er septembre 1883*; par M. **J. Lephay**, lieutenant de vaisseau.

« Les observations météorologiques, commencées le 26 septembre 1882, à midi, ont suivi sans interruption leur cours régulier jusqu'au 31 août 1883, à minuit.

» Au 1er octobre 1882, tous les instruments, sauf la girouette inscrivante et les électromètres, étaient en service et leur fonctionnement ne laissait rien à désirer.

» La station d'observation, établie au fond d'une anse de la baie Orange, dans de bonnes conditions météorologiques, était située sur le rivage oriental de la presqu'île *Hardy*, à 3 milles du Pacifique et à 35 milles dans le nord-ouest du cap Horn.

» Voici, en quelques mots, la nomenclature et la disposition des instruments :

» 1. Les *baromètres*, au nombre de cinq, dans un local spécial de la maison des officiers, comprenaient :

» 1° Un baromètre Tonnelot à échelle compensée, gradué à $\frac{1}{500}$ de millimètre, était affecté aux observations courantes;

» 2° Un Fortin-Secrétan, instrument de comparaison;

» 3° Un Fortin-Iseli, »

» 4° Un holostérique Naudet, »

» 5° Un baromètre enregistreur Richard.

» Dans la chambre des baromètres, en outre des instruments de réserve, était disposé le compteur électrique de l'*anémomètre Robinson*.

» Un registre toujours ouvert, placé à côté du compteur, permettait de noter, d'heure en heure, jour et nuit :

» 1° Les indications de l'anémomètre;

» 2° Les heures de pluie, de grêle ou de neige.

» 3° Tous les faits qui, de près ou de loin, se rattachaient aux observations ou au service météorologiques.

» 2. Les *thermomètres* et les *hygromètres*, sous l'abri météorologique réglementaire, étaient au centre d'une large clairière gazonnée; on trouvait donc sous l'abri :

» 1° Un psychromètre composé de deux thermomètres à mercure, gradués au $\frac{2}{10}$ de degré;

» 2° Un hygromètre Salleron à six fils;

» 3° Un thermomètre enregistreur Richard;

» 4° Un hygromètre enregistreur Richard;

» 5° Un thermomètre à *maxima* et à mercure;

» 6° Un thermomètre à *minima* et à alcool.

» A quelques pas de l'abri, dans la même clairière par conséquent, se trouvaient les deux thermomètres à mercure, disposés pour donner la température du sol à $0^m,15$ et $0^m,30$ de profondeur.

» 3. Au sommet de la colline étaient :

» 1° L'anémomètre Robinson à boules et à enregistrement électrique, monté sur un mât de $2^m,50$ de hauteur;

» 2° Un pluviomètre décuplateur Alvergniat;

» 3° L'héliographe Campbell, disposé pour indiquer les heures de Soleil à ces hautes latitudes;

» 4° Un mât, avec girouette et quatre bras indiquant les relèvements des quatre points cardinaux, pour faciliter l'observation directe des vents en force et en direction estimées.

» A tous ces appareils, il convient d'ajouter, pour compléter le matériel en service :

» 1° Un thermomètre pinceau pour les observations de température de la rivière et de la mer;

» 2° La girouette inscrivante Rédier, montée, vers la fin d'octobre, dans un bâtiment spécial construit presque au sommet de la colline;

» 3° Un électromètre Thompson, modifié par M. Mascart; cet instrument, à lecture directe, était doublé d'un autre appareil identique, à enregistrement photographique, dont le montage et l'entretien étaient confiés à mon collègue M. Payen.

» Les deux électromètres, montés définitivement vers le milieu de décembre, prenaient chacun une moitié du bâtiment dont la girouette occupait le centre. Le réservoir et le tube d'écoulement, c'est-à-dire la source électrique, étaient communs aux deux instruments dont les indications étaient ainsi absolument comparables.

» 4° Un spectroscope à vision directe;

» 5° Un pyrhéliomètre de Pouillet;

» 6° Un hygromètre de Regnault, modifié par M. Alluard; cet instrument servait au réglage des autres instruments similaires : hygromètre à cheveu et hygromètre enregistreur;

» 7° Un thermomètre enregistreur Richard qui, mis en fonction, pendant trois périodes de dix jours, sur les montagnes voisines, à des époques et à des hauteurs variées, fournira les matériaux nécessaires à l'étude de la décroissance de la température avec l'altitude.

» 8° Un évaporomètre, construit à bord de la *Romanche* sur mes indications, et disposé à $0^m,40$ du sol, à quelques mètres de l'abri météorologique;

» 9° Deux aires planes pour la mesure des hauteurs de neige tombée.

» Tous les instruments, soit à lecture directe, soit à enregistrement continu, ont toujours

été comparés, réglés ou visités par nous-même au moins une fois par semaine; deux fois dans l'année, le zéro des thermomètres a été déterminé.

» I. Tout ce qui se rapporte aux appareils, à leur disposition comme à leur mode de réglage, forme un Chapitre spécial du registre météorologique dont le soin et la tenue nous incombaient tout particulièrement. On trouvera également dans ce registre les Tables de comparaison des divers instruments, ainsi que les corrections adoptées et calculées, pour chacun d'eux, à chaque moment de la période d'observation.

» II. Les observations directes ont toujours été prises de quatre en quatre heures par un officier de vaisseau de service, que secondait un matelot timonier. Elles ont porté sur : le baromètre à mercure, l'anémomètre, le psychromètre, l'hygromètre à cheveu, la force et la direction du vent estimées, les thermomètres à maxima et à minima, l'état du ciel, la forme des nuages, le pluviomètre, les thermomètres du sol, l'électromètre à lecture directe, la température de l'eau douce et de l'eau de mer.

» Les chiffres bruts, trouvés à chaque observation, étaient immédiatement écrits sur un carnet lithographié que signait l'officier de service. Chaque matin, j'avais à appliquer aux observations de la veille les corrections nécessaires, à calculer la tension de la vapeur d'eau..., enfin à transcrire définitivement sur le registre les résultats acquis. Au commencement de chaque semaine, venaient s'adjoindre, aux observations directes, les relevés horaires des courbes des enregistreurs, ainsi que la vitesse moyenne du vent prise d'heure en heure à l'anémomètre. Chaque jour, j'ai noté des phénomènes divers qui s'étaient présentés dans les vingt-quatre heures, tels que : halos, mirages, coups de vent, directions anormales des nuages, orages, etc.....

» Cet aperçu quotidien de l'état général du temps forme, chaque mois, un tableau spécial qui, le cas échéant, facilitera beaucoup le travail d'étude proprement dit des phénomènes observés.

» A côté de ces observations, que je qualifiais de *régulières*, nous nous sommes efforcé, chaque fois que cela nous a été possible, de donner place à un second ordre d'études non prévues dans le programme de la mission scientifique. Ces études particulières, dont nous ne donnerons ici qu'un exposé rapide, se rattachent plus étroitement à la Physique du globe.

» C'est avec cette pensée d'élargir le cadre de nos travaux que nous avons pu recueillir environ deux cents observations de radiation solaire directe dont les résultats, nous en avons dès maintenant la certitude, offri-

ront un certain intérêt au point de vue de la détermination de la valeur d'absorption de l'atmosphère pour ces régions particulières.

» Dans le même ordre d'idées, nous avons essayé, à plusieurs reprises, de déterminer, par nuit étoilée et par ciel couvert, la courbe des radiations d'un corps recouvert de noir de fumée et porté, au début de l'expérience, à 45° ou 50°.

» Deux cents à deux cent cinquante expériences d'évaporation de l'eau douce, d'une durée moyenne de trois heures, nous seront encore fort utiles pour donner une idée suffisamment approchée du régime des lacs et des cours d'eau de ce pays.

» L'électricité atmosphérique a aussi attiré notre attention soutenue jusqu'au jour où, par suite de la gelée, les instruments ayant cessé de fonctionner régulièrement, il fallut abandonner un champ d'études des plus intéressants. Quoi qu'il en soit, nous avons rassemblé assez de matériaux pour rechercher la loi qui lie entre elles les variations du potentiel électrique de l'atmosphère et la chute de l'eau sous toutes ses formes : grêle, grésil, pluie, neige, cristaux. Ces notes nous diront peut-être aussi quelle est l'influence des nuages de formes ou d'aspect variés sur le potentiel électrique.

» Nous possédons encore : un millier de températures de l'air et du sol, à diverses altitudes ou à des profondeurs graduées; six mois d'observations ozonoscopiques; quelques notes sur l'aspect particulier de certaines raies spectrales de la lumière solaire, par très beau temps ou la veille de bourrasques...; des durées de crépuscule; enfin des notes nombreuses sur les tempêtes si fréquentes de ces parages tourmentés.

» Ce n'est pas tout, la mission évangélique anglaise d'Ooschoowia étant entrée en relation avec notre station, elle nous a fourni, au moyen d'instruments de réserve prêtés par nous-mêmes, une série d'observations météorologiques régulièrement prises trois fois par jour, de décembre 1882 à août 1883.

» Cette seconde moisson de faits ainsi obtenue sur nos indications, avec autant de zèle que d'intelligence, par les hommes dévoués qui se consacrent à la tâche ingrate de civiliser ces régions lointaines, sera, nous l'espérons, une source précieuse d'indications sur le climat spécial de la région montagneuse du canal du « Beagle », si remarquable par ses forêts et ses glaciers superbes.

» Les observations d'Ooschoowia, encore à classer et à transcrire, portent sur : le baromètre à mercure, le psychromètre, la pluie, la force

et la direction du vent, les nuages, les thermomètres à maxima et à minima.

» III. L'ensemble des documents météorologiques qui précèdent, formant un total supérieur à 120000 nombres, est réparti entre deux grands registres dont le premier au moins pourrait être fermé en quelques jours.

» Dans ce premier Volume, chaque mois forme un groupe séparé de dix-huit Tableaux qui se rapportent, soit aux observations directes, soit aux relevés des courbes d'enregistreurs.

» Que l'on me permette de faire connaître ici ceux des principaux résultats qu'on pourra trouver dans ces Tableaux, en outre des moyennes diurnes et mensuelles :

» *Baromètres.* — Hauteurs extrêmes; oscillation moyenne mensuelle; nombres d'oscillations.

» *Thermomètres.* — Heures de la moyenne diurne; températures extrêmes de chaque mois; maximum et minimum moyens diurnes; heures moyennes de ces températures particulières; heures et jours de gelée,

» *Hygromètres.* — États hygrométriques minima du mois.

» *Tension de la vapeur d'eau.* — Extrêmes du mois.

» *Pluies.* — Indication de la forme sous laquelle l'eau est tombée pour chaque journée; chaque jour, heures de pluie.

» *État du ciel.* — Nébulosités moyennes; formes et directions des nuages; heures de Soleil à l'héliographe Campbell; jours sans soleil; nuits étoilées; rapport du nombre d'heures de Soleil au nombre d'heures de jour.

» *Vents.* — Heures de coup de vent; heures de calme; vitesse maxima moyenne diurne; heure moyenne de ce maximum; nombre de coups de vent; nombre de tours de l'anémomètre; vitesse maxima du mois; nombre total d'observations ou d'heures de chaque vent, de deux en deux quarts; fréquence relative de chaque vent; vitesse moyenne de chaque vent et rapport de cette vitesse particulière à la vitesse moyenne totale du mois.

» *Coups de vent.* — Heures de coup de vent dans chaque rhumb; rapport de ce nombre d'heures au total des heures de coup de vent du mois.

» *Températures du sol, de l'eau douce et de l'eau de mer.* — Extrêmes des mois.

» A la fin de ce premier registre, des Tableaux récapitulatifs, au nombre de vingt et un, donnent, par mois et par saison, la marche moyenne diurne, d'heure en heure, de toutes les données météorologiques, baromètres, thermomètres, hygromètres, tension de la vapeur d'eau, pression de l'air sec, vitesse du vent, etc. Ces derniers résultats, exprimés graphiquement au moyen de courbes à grande échelle, affirment, par la régularité de leurs variations, la valeur des observations recueillies.

» Quant au second registre, il contient : les observations diverses faites à des altitudes variées, tout ce qui se rapporte à l'électricité atmosphérique,

les radiations solaires et les calculs des coefficients de constante solaire ou des coefficients de transparence, les expériences d'évaporation et les études qui en dépendent; une Note sur les tempêtes du cap Horn, ainsi que la discussion, au point de vue maritime, du régime des vents de ces parages; enfin les observations régulières de la mission d'Ooschoowia. Pour être prêt, ce second Volume exige encore trois ou quatre mois de travail.

» IV. Comme climat, les terres magellaniques, au sud du grand détroit, se partagent, à première vue, en deux régions distinctes.

» La première, à l'ouest de la chaîne de montagnes dont le Sarmiento et le Darwin sont les points culminants, comprend toute la portion nord orientale de la grande Terre-de-Feu et les rives du canal du Beagle, à l'est des détroits de Murray.

» D'après les observations régulières et les renseignements des missionnaires anglais qui résident presque à la limite occidentale de cette région, le climat serait notablement moins constant, l'atmosphère moins humide que dans la seconde région, que caractérise, au plus haut point, un climat maritime et neutre, sans saisons bien marquées.

» Cette région, qui nous occupe plus particulièrement, comprend l'île Hoste, la baie de Nassau, l'archipel du cap Horn, les rivages et les îles occidentales de la Terre-de-Feu en général.

» Là, les jours ensoleillés sont rares; le plus souvent, pendant les calmes qui suivent ou précèdent les tempêtes, un ciel gris et terne, ne laissant paraître qu'un pâle soleil, donne au pays entier un des aspects les plus tristes qu'il est possible de voir.

L'eau, sous toutes ses formes, pluie, grêle ou grésil, neige, cristaux de glace, ne cesse guère de tomber, hiver comme été. Chaque mois, nous comptons, en moyenne, vingt-cinq jours pluvieux, dont sept ou huit au moins de grêle ou de neige.

» Dans ce climat, plutôt désagréable que pénible, les saisons n'existent guère; on jouit à peu près constamment d'une température analogue à celle des mois d'octobre et de novembre dans les mers d'Écosse ou de Norvège.

» En ce qui regarde les saisons de ce pays, je dirai même, avec Fitz-Roy, que l'hiver y est l'été et que l'été est l'hiver.

» Ce n'est pas là, en effet, une des moindres surprises de notre séjour dans ces contrées que d'avoir constaté, cinquante années après notre illustre devancier, que l'été du cap Horn est par excellence l'époque des violentes

tempêtes, tandis que l'hiver jouit d'un calme relatif; c'est ainsi que l'été dernier se présente à nous avec deux cent quatre-vingt-seize heures de coup de vent, pendant que l'hiver ne nous en donne que cent quinze.

» En général, la vitesse moyenne de tous les vents, sauf ceux compris entre le nord-nord-ouest et le nord-est, est plus grande en été qu'en hiver; dans cette dernière saison, spécialement en mai et en juin, les belles journées et les nuits étoilées sont aussi moins rares que dans les autres mois de l'année.

» Les vents d'ouest, c'est-à-dire ceux compris entre l'ouest-nord-ouest et le sud-ouest, dominent toute l'année; leur vitesse moyenne est également toujours très supérieure à celle des vents qui soufflent des autres parties de l'horizon. Les diagrammes qui représentent, en été ou en hiver, la fréquence relative ou les vitesses moyennes de chaque rhumb forment une courbe absolument régulière, toujours fortement renflée dans le quadrant sud-ouest. Construites avec les résultats de plus de huit mille observations de direction ou d'intensité de vents, ces représentations graphiques ont beaucoup de chances d'exprimer presque exactement les lois principales du régime des vents au cap Horn.

» Ce régime des vents subit une modification sensible du solstice d'été à celui d'hiver : de 75 pour 100 pendant la saison des longs jours, les vents compris entre le sud-ouest et le nord-ouest tombent à 47 pour 100 pendant les six mois où les jours sont le plus courts; en même temps, leur vitesse moyenne à l'heure descend de 32^{km} à 28^{km}. En revanche, en hiver, les vents secs et chauds du quadrant nord-est prennent de la force et atteignent jusqu'à 22 pour 100 du total général des heures d'observation.

» Dans une journée moyenne de l'été, la vitesse du vent offre une particularité remarquable, au moins dans une latitude aussi élevée : elle croît régulièrement du lever du Soleil à 3^h ou 4^h du soir, puis décroît régulièrement jusqu'à 9^h ou 10^h du soir. En se rapprochant du solstice d'hiver, cette courbe moyenne mensuelle tend de plus en plus à se confondre avec la ligne droite.

» Il n'y a point là, comme on serait tenté de le croire, un résultat particulier à notre année de séjour dans ces contrées; la régularité du phénomène, de mois en mois, les remarques de Fitz-Roy à ce sujet, les indications enfin des missionnaires anglais excluent toute idée d'un état spécial de l'atmosphère pendant notre série d'observations et, précisément pour ces raisons, nous pouvons exprimer ici l'espoir de fournir aux marins

d'utiles indications sur le régime des vents généraux de parages qu'il importe tant de bien connaître.

» Les bourrasques, on le sait, sont extrêmement fréquentes au cap Horn. Le coup de vent commence presque toujours au nord-ouest ou à l'ouest-nord-ouest pour finir entre l'ouest-sud-ouest et le sud-sud-ouest; néanmoins, nous avons enregistré trois tempêtes de nord-nord-est et de nord.

» Le danger de ces tourmentes ne réside pas tant dans leur violence que dans leur soudaineté; car, souvent, en quelques minutes, au calme plat succède un fort coup de vent.

» Malgré les opinions contradictoires de ceux qui ont doublé le cap Horn et des voyageurs comme Wilkes, Weddel, King et autres, nous pouvons affirmer, encore avec Fitz-Roy, que le baromètre bien suivi indique toujours suffisamment à l'avance ces coups de vent, dont les pronostics divers sont, à peu de chose près, ceux de nos mauvais temps d'hiver dans la Manche et la mer du Nord.

» Le baromètre, plus bas de 3^{mm} environ en été qu'en hiver, indique, pour notre année d'observation, une pression moyenne de $746^{mm},11$ à une altitude de 12^{m}.

» Ce chiffre est quelque peu supérieur à la moyenne indiquée jusqu'ici pour cette région, sur la foi d'observations de quelques mois et faites à de longues années d'intervalle.

» Les hauteurs extrêmes de la colonne du mercure ont été : $766^{mm},16$ le 1er mai à midi et $721^{mm},4$ le 26 février à 4^{h} du matin.

» L'oscillation moyenne de la pression atmosphérique de l'année est de $10^{mm},18$.

» Cent quarante dépressions ont passé sur la baie Orange pendant notre séjour, ce qui correspond, pour chaque dépression, à une durée moyenne de cinquante-neuf heures.

» Malgré la latitude élevée, nous avons constaté, pour les moyennes horaires, l'existence d'une faible marée barométrique. Le maximum diurne de 10^{h} du soir est particulièrement bien accusé en été, où la marée barométrique atteint une amplitude de $0^{mm},5$ à $0^{mm},6$; en hiver, cette amplitude se réduit de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$.

» La pression de l'air sec accuse également, à côté d'un maximum de 10^{h} du soir, un minimum diurne vers $1^{h}30^{m}$ du soir. En général, pour toute l'année, la différence des deux premiers extrêmes de l'air sec dans une journée moyenne atteint environ $0^{mm},8$.

» La température moyenne annuelle s'est élevée à $+5°,55$; celle de l'été étant $+7°,17$ et celle de l'hiver $+3°,56$.

» Les températures extrêmes sont : $+24°,5$ le 20 février, à 11^h du matin, et $-7°,3$ le 7 août, à 2^h45^m du soir.

» Le maximum moyen diurne, $+9°,57$, arrive vers 12^h55^m du matin; le minimum, $+2°,28$, vers 2^h5^m du matin.

» Les heures qui correspondent à la moyenne température de la journée sont 7^h40^m du matin et 5^h55^m du soir.

» La loi des variations de la température de l'air, comme de celles des autres données météorologiques de ce climat, est caractérisée par une action presque immédiate des rayons solaires sur une atmosphère qui, bien que souvent voisine du point de saturation, ne contient en réalité qu'une faible quantité de vapeur aqueuse, soit $5^{mm},55$ en moyenne, dans toute l'année.

» Les jours de gelée s'élèvent à 73, les heures de gelée à 346, dont 34 pour l'été.

» L'état hygrométrique moyen de l'atmosphère a été trouvé égal à 82,07 pour toute l'année. La moyenne de l'hiver est, à peu de chose près, semblable à celle de l'été; le 19 février, à 2^h du soir, par vent du nord, l'hygromètre est descendu à 38 : c'est là le point le plus bas qu'il ait atteint pendant la période d'observation.

» La tension moyenne de la vapeur d'eau est $5^{mm},55$; les extrêmes de cette tension sont $11^{mm},27$ le 29 décembre 1882 et $2^{mm},13$ le 13 juin 1883. C'est à cette faible tension de la vapeur d'eau que nous attribuerons les coefficients 0,75 et 0,72 que nous avons trouvés à plusieurs reprises pour la transparence de l'atmosphère, par nos expériences de radiation solaire dans un ciel bleu et bien dégagé.

» La hauteur totale de la pluie est de $1^m,333$, dont $2^m,60$ de neige qui correspondent à $0^m,30$ de pluie.

» Nous comptons 70 jours de neige dans l'année; sur ce total 24 appartiennent à l'été.

» Il a plu pendant 1599 heures, réparties entre 278 jours pluvieux.

» Le soleil a brillé pendant 855 heures, soit en moyenne une heure de soleil pour quatre heures de ciel couvert. En juin, nous n'avons eu que 48 heures de soleil.

» A midi, la chaleur solaire, déversée par centimètre carré de surface normale en une minute, est comprise entre $0^{cal},60$ et $0^{cal},90$ en moyenne.

» La vitesse moyenne annuelle du vent est de $23^{km},766$ à l'heure; en été, elle s'élève à $26^{km},400$; tandis qu'elle tombe en hiver à $21^{km},120$.

Janvier, qui a été le mois le plus tourmenté de tous, donne une vitesse moyenne égale à 33^{km} de vitesse moyenne à l'heure.

» L'anémomètre, pendant toute la période d'observation, a fait 38 014 280 tours, soit un déplacement total de l'air supérieur à $190\,000^{km}$.

» La vitesse maxima diurne moyenne du vent a été trouvée égale à $52^{km},820$ en été, et à $44^{km},400$ en hiver.

» La plus grande vitesse du vent a été observée le 6 mars dans l'après-midi, pendant un ouragan dont les rafales dépassaient 39^{m} à la seconde.

» Les coups de vent, au nombre de 43 en été, n'ont seulement été que de 28 en hiver.

» La température moyenne annuelle du sol, à $0^{m},15$ de profondeur, est de $+5°,87$; celle du sol à $0^{m},30$ est de $5°,64$. Les températures extrêmes, à $0^{m},15$, sont : $+11°,9$ le 20 février et $+1°,60$ le 9 août; à $0^{m},30$ elles ont atteint $+9°,6$ en février et $+1°,80$ en août.

» Les températures moyennes de l'eau douce et de l'eau de mer sont respectivement à la surface $+6°,00$ et $+7°,55$.

» Les manifestations électriques les plus intenses se sont toujours présentées par vent d'ouest; au contraire, les vents de la partie nord et est de l'horizon n'ont, en général, qu'une faible tension positive.

» La tension normale positive est, toutes choses égales, plus forte par ciel clair et par temps de gelée que dans toute autre circonstance.

» Les orages paraissent très rares dans ce pays; les fulgurites sont inconnus dans la contrée, et les indigènes n'ont aucun souvenir d'avoir vu des hommes ou des arbres frappés de la foudre. Cependant, nous avons, à trois reprises, vu des éclairs et entendu distinctement les grondements du tonnerre dans le nord-ouest.

» Une dizaine de fois environ, nous avons aussi vu jaillir des étincelles au chapeau de l'électromètre. La tension électrique dépassait alors celle d'une série de 3000 petits éléments Volta, semblables à ceux de la pile de charge de l'instrument.

» Par grain de grêle, l'aiguille a toujours été déviée jusqu'à l'extrémité négative de l'échelle de l'électromètre, la neige donnant lieu à un effet inverse. Avec la pluie, l'électricité était toujours négative, etc.

» Les observations de décroissance de la température avec l'altitude ont fourni des résultats satisfaisants; leur dépouillement aura, nous l'espérons, un réel intérêt à divers titres.

» D'après les calculs effectués, nous pouvons assigner une décroissance

moyenne de 1° pour une différence d'altitude de 130^m à 140^m dans les couches inférieures de l'atmosphère.

» D'une manière générale, d'après les relevés horaires des thermomètres enregistreurs qui servaient à ces observations, la température décroît plus rapidement dans la journée que dans la nuit. En un mot, la différence de température des stations considérées est plus grande dans le jour que dans la nuit, et cela dans la proportion de 1 à 2.

» Nous arrêterons ici la nomenclature des documents et des principaux résultats qui suffisent déjà, nous le pensons, pour affirmer le caractère spécial du climat des parages du cap Horn.

» Les chiffres ou les conclusions qu'il nous serait possible d'énoncer encore n'offriraient aucun intérêt dans l'état actuel de nos documents, dont le classement et l'étude, au lendemain du retour, sont encore à l'état d'ébauche. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur le spectre d'absorption du sang dans la partie violette et ultra-violette.* Note de M. **J.-L. Soret.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Cornu.)

« J'ai précédemment signalé la bande d'absorption que le sang dilué donne dans le violet du spectre [1]. La photographie à la lumière solaire reproduit très bien cette bande : j'ai l'honneur d'en présenter à l'Académie quelques épreuves, obtenues en employant un prisme de spath d'Islande et des lentilles achromatiques quartz et spath-fluor de M. Cornu.

» Avec le sang dilué au $\frac{1}{1000}$, sous une épaisseur de 10^{mm}, cette bande est très distincte; elle occupe à peu près la moitié de l'intervalle compris entre G et H, son centre tombant sur h; l'ultra-violet est transmis. Avec le sang au $\frac{1}{600}$, elle remplit tout l'espace entre G et H; la région au delà de H est assombrie. Avec le sang au $\frac{1}{400}$, elle déborde du côté de G, d'une part, et surtout de H d'autre part; tout l'ultra-violet est très assombri.

» Il y a, du reste, des différences notables suivant les échantillons.

» Quand le sang est traité à l'oxyde de carbone, la bande est légèrement rejetée du côté le moins réfrangible, et l'ultra-violet est moins assombri qu'avec le sang oxygéné à dilution égale.

---

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève,* t. LXI, p. 347; 1878.

» Si l'on veut étudier l'absorption des rayons plus réfrangibles que ceux du Soleil, il convient d'opérer avec la lumière de l'étincelle d'induction, en employant le spectre à oculaire fluorescent et l'appareil à épaisseur variable précédemment décrit. On reconnaît ainsi, avec de grandes différences numériques suivant les échantillons, que la bande du violet, s'étendant dans l'ultra-violet, se manifeste parce que la raie du magnésium $\lambda = 383$ (près de L) disparaît avant la raie 9 du cadmium, à laquelle correspond un maximum de transmission. Au delà, on remarque deux nouvelles bandes d'absorption, dont l'une, tombant sur Cd 12, est probablement due à l'hémoglobine, tandis que l'autre, tombant sur Cd 17, est évidemment celle de la sérine. Le maximum de transparence qui sépare ces deux bandes coïncide sensiblement avec la raie du magnésium $\lambda = 309$: le maximum suivant tombe sur Cd 18, puis l'absorption augmente graduellement jusqu'à l'extrémité du spectre.

» Voici, comme exemple, les chiffres qui ont été obtenus dans l'une des séries d'observations où l'on a employé du sang de bœuf défibriné et dilué au $\frac{1}{40}$; ces nombres indiquent les épaisseurs de liquide qui interceptent les diverses raies.

Raies.	Épaisseurs. (mm)	Raies.	Épaisseurs. (mm)
Mg($\lambda = 383$)	3,71	Zn 20	2,2
Cd 9	5,7	Cd 22	0,8
10	4,1	24	0,37
12	3,2	25	0,25
Mg($\lambda = 309$)	5,11	26	0,1
Cd 14	4,05	Zn 27	0,05
Mg($\lambda = 293$)	3,6	28	0,04
Cd 17	2,7	29	0,02
18	3,21		

» Lorsqu'on opère avec du sang traité à l'oxyde de carbone, les résultats sont peu modifiés : la différence la plus saillante est que la raie du magnésium $\lambda = 383$ est plus facilement transmise, ce qui s'accorde bien avec le déplacement de la bande du violet que nous avons déjà mentionné; la bande d'absorption suivante est aussi légèrement rejetée du côté le moins réfrangible. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation séculaire de la direction de la force magnétique terrestre à Paris.* Note de M. L. DESCROIX.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 26 novembre, j'ai fait connaître de nouvelles formules d'interpolation qui représentent, d'une manière satisfaisante, la déclinaison D de l'aiguille aimantée de 1728 à 1882, et l'inclinaison I de 1810 à 1882.

» Je reproduis d'abord ces formules : en conservant la notation de ma précédente Note, on a

$$D = 1350' \Delta_d,$$

$$\Delta_d = \cos 90^\circ \frac{N}{120 + N\left(0{,}400 - \frac{N^2}{100000}\right)},$$

$$I = 68^\circ 50' \pm \Delta_i,$$

$$\Delta_i = \sin \frac{N}{155} 90^\circ \times [400 - N(1{,}62 - 0{,}007 N)].$$

» Cela posé, pour qu'on puisse juger du degré d'accord de ces formules avec l'expérience, je donne ci-joint, en deux tableaux distincts, les valeurs des inclinaisons et des déclinaisons observées pendant les intervalles de temps indiqués et les valeurs de ces mêmes éléments calculées d'après les formules *proposées,* que je ne simplifie pas, à dessein, pour montrer comment le terme correctif fut obtenu sans s'appuyer sur les observations trop anciennes.

Inclinaison.

Époque.	Observateur.	Inclin. brutes.	Inclinaisons corrigées de +8,5 pour l'Observatoi^re de Paris.	Calcul.
1810............	Humboldt Arago.	68°.50′	68°.59′	69°. 6′
1811............	Id.	68.43	68.52	69. 2
1812............	Arago.	68.42	68.51	68.57
1813............	Id.	68.44	68.53	68.54
1814............	Id.	68.36	68.45	68.51
1816............	Id.	68.40	68.49	68.43
1817............	Freycinet.	68.38	68.47	68.39
1818............	Arago.	68.35	68.44	68.35
1819............	Id.	68.25	68.34	68.31
1820............	Id.	68.20	68.29	68.28
1821-1825	Id.	68. 8	68.17	68.16
1826-1827	Mathieu.	67.54		68. 3

Époque.	Observateur.	Inclin. brutes.	Inclinaisons corrigées de +8,5 pour l'Observatoire de Paris.	Calcul.
		° ′	° ′	° ′
1831-1839	Divers.	67.25		67.33
1841-1842	Arago.	67. 1	67.10	67.12
1848-1850	Observatoire.	66.42	66.51	66.48
1851-1855	Laugier. Erman. Longitudes.	66.29		66.36
1856-1858	Id.	66.18	»	66.25
1859-1861	Desains.	66.11	66.20	66.17
1862-1865	Marié-Davy.	66. 3	66.12	66. 9
1863-1869 (1)	Observatoire.	65.52	66. 1	66. 2
1875	Descroix.	65.37	»	65.40
1877	Id.	65.34	»	65.36
1876-1882 (1)	Obs. de Montsouris.	65.32	»	65.31

Déclinaison.

Époque.	Observateur.	Déclinaisons observ.	Déclinaisons calcul.
1726-1730 ...	Maraldi.	14. 2	13.45
1731-1735 ...	Id.	14.52	14.34
1736-1740 ...	Maraldi et Cassini.	15.40	15.23
1741-1745 ...	Maraldi.	16. 0	16. 8
1746-1750 ...	De Fouchy.	16.33	16.51
1751-1755 ...	De Fouchy et Maraldi.	17.16	17.32
1756-1760 ...	Id.	18. 5	18.13
1761-1765 ...	Id.	18.54	18.53
1766-1770 ...	Id.	19.40	19.25
1771-1780 ...	Le Monnier et Cassini.	20.20	20.16
1781-1785 ...	Cassini.	21.22	20.59
1786-1790 ...	Id.	21.42	21.25
1791-1795 ...	Id.	21.55	21.44
1798-1800 ...	Cassini et Bouvard.	22. 7	22. 5
1802-1810 ...	Bouvard.	22. 2	22.21
1811-1815 ...	Arago.	22.29	22.29
1816-1820 ...	Id.	22.25	22.27
1821-1825 ...	Id.	22.19	22.19
1826-1830 ...	Arago.	22.12	22. 8
1832	Id.	22. 3	21.56
1835	Id.	22. 4	21.44
1840	Bravais.	21.29	21.24
1846	Id.	20.47	20.53
1848-1854 ...	Laugier.	20.26	20.23
1858-1861 ...	Desains.	19.24	19.28
1862-1863 ...	Marié-Davy.	18.58	19. 5
1864-1866 ...	Rayet.	18.41	18.48
1863-1869 (2).	Obs. de Paris.	18.41	18.45
1874-1875 ...	Marié-Davy.	17.29	17.36
1876-1877 ...	Descroix.	17.13	17.16
1876-1882 (2).	Obs. de Montsouris (corr.).	17. 1	17. 1

(1) Moyennes annuelles ramenées pour Montsouris à la rase campagne.

(2) Les nombres sont ici les moyennes annuelles des maxima, tandis que les autres résultent d'observations isolées.

» L'aiguille ne semble pas devoir se relever au delà de 64°0', de même qu'elle ne doit pas avoir dépassé 74°15'. »

AÉROSTATION. — *Sur un* aéroplane *pouvant contribuer aux progrès de la Navigation aérienne.* Note de M. DE SANDERVAL, transmise par M. Marey.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« J'ai construit, avec de la toile tendue sur des bras de bois, en forme d'ailes ouvertes de 12^m d'envergure sur 4^m de large au milieu, un *plan* rigide, relativement léger et d'une certaine souplesse; puis, pour étudier cet appareil dans ses allures aériennes, je l'ai suspendu par une longue corde flottante au milieu d'un câble tendu entre deux collines, au-dessus d'un vallon creux (et dans d'autres essais près de la mer, entre deux mâtures élevées). Attaché à $1^m,50$ environ au-dessus de ce plan et un peu en avant du centre de figure, je pouvais, au moyen de quatre cordages obliques, faire porter mon poids à volonté plus ou moins en avant, en arrière, à gauche ou à droite.

» Retenu dans le vent, cet appareil se conduit comme il le ferait s'il glissait librement dans un air calme, avec cette différence, désavantageuse dans le cas de l'expérience citée, que, près de terre, le vent est beaucoup en remous.

» Par un vent léger, l'appareil s'enlevait jusqu'à tendre horizontalement la corde de sûreté, dont la fonction protectrice devenait ainsi inoccupée, et il oscillait au gré de l'expérimentateur.

» Par un vent de 8^m, cet appareil, fort grand, enlevait l'expérimentateur et ses deux aides.

» L'expérience offre cet intérêt, qu'un aéronaute qui ne serait pas sujet au vertige pourrait partir de là, maître de l'action de sa pesanteur dans la mesure nécessaire, pour aller atterrir au loin en un point déterminé.

» Dans un premier essai, l'aéroplane, lesté d'un poids de 80^{kg}, avait été lancé dans l'air calme, le long d'un câble de 400^m peu incliné, qui le supportait et le guidait; dans d'autres essais, il avait été abandonné à lui-même à une hauteur de 40^m au-dessus du sol. L'allure de l'appareil, dans ces parcours limités, m'a conduit à faire dans le vent les essais cités ci-dessus, qui m'ont donné tout le temps d'étudier l'expérience dans ses modifications.

» Je ferai observer enfin que j'obtiens un vol assez semblable au vol plané d'un oiseau, qui m'a servi de point de départ. »

M. F. **Larroque** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note relative à un thermomètre-balance.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Desains, du Moncel.)

M. Ch.-V. **Zenger** adresse une Note relative à la périodicité des tremblements de terre dans l'Italie méridionale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ch. **Jean**, M. **Pineaud** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Fuchs** exprime le désir que son Mémoire « Sur l'évaluation des prix des denrées en ayant égard aux transports », qui avait été renvoyé au Concours de Statistique, soit soumis à l'examen d'une Commission spéciale.

(Commissaires : MM. H. Mangon, Resal, L. Lalanne.)

CORRESPONDANCE.

M. A. **Trève** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Léauté** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. Bresse.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Perrier* et *H. Mangon* ont été désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année 1883-1884, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet un exemplaire d'un Atlas faisant partie d'un Ouvrage de M. *Verbeck*, ingénieur des Mines dans les Indes orientales néerlandaises, intitulé « Geologische en topographische beschrijring van en gedeelte van Sumatra's Weltkust ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *G. Tissandier*, portant pour titre : « L'Océan aérien. Etudes météorologiques. » (Présenté par M. H. Mangon.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Addition à une Note précédente sur une formule de M.* Tisserand ; par M. **R. Radau.**

« En continuant d'étudier les coefficients $A_{i,j}^{n,k}$ qui naissent du développement de $(1 - 2\theta z + \theta^2)^{-k}$, j'ai reconnu qu'il était possible de les exprimer par des fonctions hypergéométriques de la seule variable ν ([1]). En écrivant, pour plus de clarté, $F\left(\alpha, \frac{\beta}{\gamma}, \frac{\beta'}{\gamma'}, \ldots, x\right)$ au lieu de $F(\alpha, \beta, \beta', \ldots, \gamma, \gamma', \ldots, x)$, on trouve

$$\begin{aligned} A_{i,j}^{n,k} = C\Bigg[& F\left(-f, \frac{n-f+k}{j+k}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) \\ & + \nu^2 f \frac{n-f+k}{j+k} \frac{n-f+1}{j+1} \frac{k+f-1}{k} F\left(-f+1, \frac{n-f+k+1}{j+k+1}, \frac{k}{k+1}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) \\ & + \nu^4 \frac{f(f-1)}{1.2} \frac{n-f+k}{j+k} \frac{n-f+k+1}{j+k+1} \frac{n-f+1}{j+1} \frac{n-f+2}{j+2} \frac{k+f-1}{k} \frac{k+f-2}{k+1} \\ & \qquad \times F\left(-f+2, \frac{n-f+k+2}{j+k+2}, \frac{k}{k+2}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) + \ldots \Bigg], \end{aligned}$$

où

$$C = 4(j+k)\ldots(j+k+f-1)\frac{k(k+1)\ldots(n-f+k-1)}{f!\,j!\,(n-f-j)!}.$$

» En développant les F, on voit que les éléments $\frac{k}{k+a}$, $\frac{2k-2}{k-1}$ fournissent le produit

$$\frac{k}{k+a}\,\frac{k+1}{k+a+1}\cdots\frac{2}{1}\,\frac{2k-1}{k}\,\frac{2k}{k+1}\,\frac{2k+1}{k+2}\cdots.$$

» Pour $k = \frac{1}{2}$, le facteur qui provient des éléments $2k-2$, $k-1$, s'annule au delà du second terme ; pour $k = 1$, il est toujours égal à 2, et l'on

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 1130.

trouve ainsi, dans le premier cas, une série hypergéométrique ordinaire, et, dans le second, le carré d'une série hypergéométrique.

» Sous forme de série, on peut écrire (en faisant $a+b+c=f$)

$$A_{i,j}^{n,k} = \frac{4(j+k,f)}{(1,j)(1,n-f-j)} \times \sum \frac{(-1)^b \nu^{2a+b}(k,n-c)(n-f+1,a)(k+f-a,a)(2k-2,b)}{(1,a)(1,b)(1,c)(j+k,a+b)(j+1,a)(k+b,a)(k-1,b)}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Sur la forme des expressions des distances mutuelles, dans le problème des trois corps.* Note de M. A. LINDSTEDT, présentée par M. Tisserand.

« Je me permets, dans cette Communication, de donner un aperçu préliminaire des résultats auxquels je suis parvenu dans mes recherches sur le problème des trois corps. Pour le moment, nous nous bornerons à la détermination des distances mutuelles des trois masses, qui constituent le système donné.

» Pour point de départ, nous avons pris les équations données pour la première fois par Lagrange dans son célèbre Mémoire : *Essai sur le problème des trois corps* (*OEuvres*, édit. par M. Serret, t. VI). En désignant par r, r', Δ les distances entre les trois masses M, m et m', on peut donner à ces équations la forme suivante :

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{d^3 r^2}{dt^3} + R_1 \dfrac{dr^2}{dt} + R_2 \dfrac{dr'^2}{dt} + R_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + R_0 q = 0, \\ \dfrac{d^3 r'^2}{dt^3} + R'_1 \dfrac{dr^2}{dt} + R'_2 \dfrac{dr'^2}{dt} + R'_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + R'_0 q = 0, \\ \dfrac{d^3 \Delta^2}{dt^3} + D_1 \dfrac{dr^2}{dt} + D_2 \dfrac{dr'^2}{di} + D_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + D_0 q = 0, \end{cases}$$

où les R_1, R_2, R_3, R_0, R'_1, ..., D_0 ne contiennent que les fonctions

$$\frac{1}{r^3}, \quad \frac{1}{r^5}, \quad r^2, \quad \frac{1}{r'^3}, \quad \ldots, \quad \Delta^2$$

et les masses M, m, m' comme facteurs linéaires. Quant à la quantité auxiliaire q, elle est donnée par l'équation

$$q = -\frac{1}{r}\frac{d\rho}{dt},$$

ρ étant la quantité correspondante introduite par Lagrange; par consé-

quent on a, de plus,

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{dq}{dt} + \mathrm{M}\left(\frac{1}{r'^3} - \frac{1}{r^3}\right)(r^2 + r'^2 - \Delta^2) \\ &\quad + m\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{\Delta^3}\right)(r^2 + \Delta^2 - r'^2) \\ &\quad + m'\left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r'^3}\right)(r'^2 + \Delta^2 - r^2) = 0. \end{aligned}\right.$$

» Mais nous remplacerons cette équation par celle que l'on obtient en la différentiant. On trouve ainsi une équation de la forme

$$(3)\quad \frac{d^2q}{dt^2} + \mathrm{K}_1\frac{dr^2}{dt} + \mathrm{K}_2\frac{dr'^2}{dt} + \mathrm{K}_3\frac{d\Delta^2}{dt} = 0,$$

où les K sont aussi des fonctions de la même nature que les fonctions R, R' et D.

» Dans tous les cas, des huit planètes principales et des satellites du système solaire, on peut écrire

$$(4)\quad r^2 = a^2(1+\rho),\quad r'^2 = a'^2(1+\rho'),\quad \Delta^2 = d^2(1+\delta),$$

où les variables nouvelles ρ, ρ' et δ restent toujours, c'est-à-dire pour toute valeur finie de t, des fractions pures. En effet, cette condition dit la même chose que l'on exprime usuellement en disant que les excentricités des orbites des m et m' autour de M sont petites et que le rapport $\frac{r}{r'}$ reste constamment ou >1 ou <1.

» Nous restreindrons notre problème à ce cas, qui est en effet le plus important. De plus, nous poserons

$$\frac{dr^2}{dt} = u,\quad \frac{dr'^2}{dt} = u',\quad \frac{d\Delta^2}{dt} = v;$$

d'où il suit, par l'intégration,

$$(5)\quad r^2 = a^2 + \int u\,dt,\quad r'^2 = a'^2 + \int u'\,dt,\quad \Delta^2 = d^2 + \int v\,dt.$$

» Les constantes a, a', d, déjà introduites dans les équations (4), sont donc définies comme les arbitraires, introduites par l'intégration (5). On tire encore de (4) et (5)

$$(6)\quad \rho = \frac{1}{a^2}\int u\,dt,\quad \rho' = \frac{1}{a'^2}\int u'\,dt,\quad \delta = \frac{1}{d^2}\int v\,dt.$$

» En substituant, sous la supposition mentionnée, par rapport aux quan-

tités ρ, ρ', δ, pour r, r', Δ, les valeurs tirées de (4) et en développant les fonctions

$$\frac{1}{r^3}, \quad \frac{1}{r^5}, \quad r^2, \quad \frac{1}{r'^3}, \quad \dots,$$

suivant les puissances de ρ, ρ', δ, on peut écrire, au lieu de (1),

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2 u}{dt^2} + \alpha_1 u + \beta_1 u' + \gamma_1 v + \varepsilon_1 q = \mathrm{U}_1 u + \mathrm{U}'_1 u' + \mathrm{V}_1 v + \mathrm{Q}_1 q, \\ \dfrac{d^2 u'}{dt^2} + \alpha_2 u + \beta_2 u' + \gamma_2 v + \varepsilon_2 q = \mathrm{U}_2 u + \mathrm{U}'_2 u' + \mathrm{V}_2 v + \mathrm{Q}_2 q, \\ \dfrac{d^2 v}{dt^2} + \alpha_3 u + \beta_3 u' + \gamma_3 v + \varepsilon_3 q = \mathrm{U}_3 u + \mathrm{U}'_3 u' + \mathrm{V}_3 v + \mathrm{Q}_3 q, \\ \dfrac{d^2 q}{dt^2} + \alpha_0 u + \beta_0 u' + \gamma_0 v \qquad\qquad = \mathrm{U}_0 u + \mathrm{U}'_0 u' + \mathrm{V}_0 v. \end{cases}$$

» Ici les $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \varepsilon_1, \alpha_2, \beta_2, \dots$ sont les termes constants dans les développements des fonctions R_1, R_2, R_3, R_0, R'_1, R'_2, ... respectivement et les U_1, U'_1, ... désignent tous les termes en ρ, ρ', δ, de sorte que l'on a

$$\mathrm{R}_1 = \alpha_1 - \mathrm{U}_1, \quad \mathrm{R}_2 = \beta_1 - \mathrm{U}'_1, \quad \dots, \quad \mathrm{K}_3 = \gamma_3 - \mathrm{V}_0.$$

» Par l'intégration du système (7), huit nouvelles constantes d'intégration s'introduiront. Nous les désignerons par η, η', ζ, $\varkappa$ et π, π', ω, ω' et nous nous proposerons de développer les intégrales des systèmes (1) et (3), ou, ce qui revient au même, des systèmes (5), (6) et (7) suivant les puissances des constantes η, η', ζ, $\varkappa$. Sans entrer ici dans des discussions sur les conditions de convergence, nous supposerons que ces constantes aient des valeurs telles que les développements obtenus par notre voie soient toujours convergents.

» De plus, il faut remarquer que nous dirons qu'un terme quelconque est de l'ordre $i + i' + j + k$, i, i', j, k étant des nombres entiers et positifs, s'il a le facteur $\eta^i \eta'^{i'} \zeta^j \mathrm{K}^k$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le ricochet des projectiles sphériques à la surface de l'eau.* Note de M. E. DE JONQUIÈRES.

« Les auteurs qui ont écrit sur l'artillerie s'accordent à dire que les projectiles sphériques ricochent parfaitement sur l'eau, et que ce genre de tir peut être très efficace; mais aucun, à ma connaissance, ne développe les motifs théoriques de cette opinion expérimentale. Le général Ho-

ward Douglas relate, dans son Traité d'artillerie navale, de nombreuses expériences de tir exécutées à Portsmouth, il y a une trentaine d'années. Il cite, entre autres, ce fait que le boulet sphérique de 32 pounder (environ le $0^m,16$ français), lancé horizontalement avec la vitesse initiale de 455^m par seconde, fournit *en moyenne* 22 ricochets et atteint la portée de 2470^m.

» Cette portée, considérable eu égard à l'espèce de bouche à feu et de projectile, prouve *expérimentalement* que les ricochets sur l'eau ralentissent peu la vitesse du boulet, car les Tables de tir indiquant qu'après un trajet de 2470^m la vitesse du boulet est réduite à 124^m par la seule résistance de l'air, si l'on suppose (ce qui est certainement exagéré) que le boulet arrive sans vitesse à la fin de son vingt-deuxième bond, on est conduit à admettre que les 22 ricochets n'ont absorbé ensemble que ces 124^m de vitesse, augmentés toutefois d'une trentaine de mètres, de façon à tenir compte de ce que, dans ce cas, par suite des ralentissements brusques causés par les ricochets successifs, la résistance de l'air n'absorbe finalement, à elle seule, pour un même trajet horizontal parcouru, qu'une moindre part de la vitesse du boulet que dans le cas d'une trajectoire *de plein fouet*. Cette diminution totale de 150^m à 160^m ne doit sans doute pas être également répartie sur chaque ricochet. Cependant si, d'une part, la vivacité plus grande du choc tend à accroître le chiffre de cette diminution dans les premiers ricochets aux dépens des derniers; d'autre part, les angles d'incidence sont plus faibles pour ceux-là que pour ceux-ci, et l'on peut admettre que ces deux causes opposées produisent une sorte de compensation, qui autorise à attribuer à tous les ricochets une influence égale, se traduisant, pour chacun d'eux, par une absorption de vitesse d'environ 7^m seulement.

» Cette conclusion, qui se vérifie, dans la pratique, peut aussi être confirmée par le calcul. Pour cela, il suffit de calculer, pour un enfoncement *donné* du boulet, quelle perte de vitesse la résistance de l'eau lui ferait éprouver.

» Or, si l'on appelle T le travail mécanique engendré par cette résistance *pendant la très courte durée du trajet du boulet dans l'eau*, lors du ricochet que l'on considère (le premier par exemple), et qu'on écrive, conformément aux principes de la Mécanique,

$$T = Mv\,dv,$$

M désignant la masse du projectile et v sa vitesse, on tirera de cette équa-

tion la valeur cherchée, savoir

$$(1) \qquad dv = \frac{1}{M}\frac{T}{v}.$$

» Supposons, ce qui est conforme à la réalité pour le cas du tir horizontal (avec le canon de $0^m,16$ et la vitesse initiale précitée), que le premier angle de chute soit égal à $1°$. Soient, pour un instant quelconque du ricochet, x l'abscisse du centre du boulet comptée à partir du point où la surface du projectile a commencé à toucher l'eau, et y la quantité dont le boulet est immergé à cet instant. L'angle d'incidence étant de $1°$ par hypothèse, on a

$$y = 0,0087x.$$

Soit aussi r le rayon du boulet et écrivons, pour abréger,

$$z = 1 - 0,0087\frac{x}{r}.$$

On trouve sans difficulté

$$(2) \qquad T = 2\int_a^0 R\,dx = 100\,K v^2 r^2 \int_a^0 \left(\text{arc}\cos z - z\sqrt{1-z^2}\right) dx,$$

formule dans laquelle le coefficient K, relatif à la résistance de l'eau contre une calotte sphérique, peut être pris égal à $\frac{2}{3}$, et la limite a de l'intégrale est la valeur de x correspondant à l'immersion maximum.

» Cette intégrale, calculée exactement, a une forme compliquée qui se prêterait mal au calcul numérique. Il est préférable, pour le but qu'on se propose, de la calculer par les quadratures.

» Supposant, par exemple, que le boulet s'enfonce de $0^m,02$, c'est-à-dire du huitième de son diamètre, on trouve ainsi

$$T = 17300^{\text{kgm}},$$

d'où l'on tire, par la formule (1),

$$dv = 28^m,4;$$

résultat qu'on vérifie d'ailleurs autrement.

» Ainsi une immersion du boulet, à son premier ricochet, de $0^m,02$ seulement, lui ferait perdre près de 29^m de vitesse, c'est-à-dire quatre fois autant qu'en indiquent les expériences de Portsmouth. Cet enfoncement, excédant de beaucoup la réalité, est inadmissible. L'analyse qui précède démontre donc, comme on l'admettait déjà, que, sous de faibles angles

d'incidence, le boulet sphérique ricoche *en ne pénétrant que très peu dans l'eau*, comme ces caillous qui, lancés adroitement, ne font que raser la surface.

» Quant à l'angle de *réflexion*, sous lequel le boulet se relève, il excède toujours l'angle d'incidence, mais seulement d'un petit nombre de minutes; car, s'il en était autrement, comme les angles d'incidence, ou angles *de chute*, vont sans cesse en croissant par la nature même de la trajectoire dans l'air, l'obliquité de cette courbe atteindrait, bien avant le vingt-deuxième bond, l'angle de 6°, qui marque la limite *normale* de l'angle sous lequel le ricochet est possible à la surface de la mer, c'est-à-dire sa limite moyenne, indépendante des irrégularités accidentelles, provenant de la forme des vagues et du mouvement de rotation que peut avoir le boulet, qui peuvent se produire indifféremment dans un sens ou dans l'autre.

» En attribuant à l'angle de réflexion une valeur supérieure de 8', en moyenne, à celle de l'angle de la chute, des Tables de ricochet furent calculées, il y a plusieurs années, pour toutes les bouches à feu d'une escadre, et, sur 1500 coups de canon dirigés, à 900^m de distance, contre des murailles de vaisseaux figurées en vraie grandeur sur la falaise abrupte de la côte, et pointés les uns de plein fouet, les autres horizontalement, de manière à atteindre le but après avoir ricoché, l'avantage de ce dernier tir sur l'autre, bien que ce dernier fût assez précis, se traduisit par $\frac{14}{13}$.

» Avec les projectiles ogivaux actuellement en usage, il n'en serait pas de même, car on observe que le premier ricochet notamment se fait sous un angle en général très relevé et sans régularité, ce qui tient à la forme ogivale de la surface par laquelle le boulet se met d'abord en contact avec la surface de l'eau. Mais les conséquences que je me proposais de mettre en relief n'en conservent pas moins leur intérêt propre, et elles me semblent parfaitement établies par ce que je viens de dire, théoriquement aussi bien qu'expérimentalement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des intégrales abéliennes.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« On suppose ordinairement, dans la théorie générale des intégrales abéliennes de seconde et de troisième espèce, que ces intégrales restent finies dans le voisinage des points critiques. Cependant il peut être utile, dans certaines circonstances, de considérer des intégrales dont les points de discontinuité coïncident précisément avec ces points de ramification. Le but

de cette Note est d'indiquer une méthode générale permettant d'obtenir l'expression de pareilles fonctions. Il n'y a rien à ajouter en ce qui concerne les intégrales de troisième espèce; dans l'expression de $\prod\limits_{(\xi',\eta')}^{(\xi,\eta)}$, on peut en effet supposer que l'un des points critiques logarithmiques coïncide avec un point de ramification (α, β) d'ordre $n-1$; la variation de cette intégrale sera alors égale à $2i\pi$ lorsque la variable x décrira n lacets successifs sur le plan autour du point $x=\alpha$. Il en est tout autrement des intégrales normales de seconde espèce $Z(\xi, \eta)$, qui deviennent infinies lorsque le point (ξ, η) vient coïncider avec un point de ramification. Il y a donc lieu de rechercher un nouvel élément analytique pour exprimer les intégrales admettant pour pôle un point de ramification.

» Je suppose que l'équation $f(x, y)=0$, de degré m et de genre p, présente un terme en y^m et que les m valeurs du rapport $\frac{y}{x}$ pour $x=\infty$ soient distinctes et finies.

» Soit S la surface de Riemann correspondante, et rendons-la simplement connexe au moyen des coupures a et b (voir la *Thèse* de M. Simart, p. 88 et suivantes). Soit $V(x, y)$ une intégrale abélienne finie et continue dans le voisinage de tout point de la surface de Riemann, sauf dans le voisinage du point de ramification d'ordre $n-1$, $(x=\alpha, y=\beta)$ qu'elle admet comme pôle d'ordre m; de telle sorte que l'on a dans le voisinage de ce point

$$V(\xi, \eta) = A_1(\xi-a)^{-\frac{m}{n}} + A_2(\xi-a)^{-\frac{m-1}{n}} + \ldots + A_m(\xi-a)^{-\frac{1}{n}} + P\left[(\xi-a)^{\frac{1}{n}}\right],$$

P désignant une série convergente ordonnée suivant les puissances positives de $(\xi-a)^{\frac{1}{n}}$. On peut toujours ajouter à cette intégrale une intégrale abélienne de première espèce, choisie de telle façon que les modules de périodicité relatifs aux coupures a soient nuls; c'est ce que je ferai désormais. Ceci posé, considérons l'intégrale définie

$$\int V(\xi, \eta) Z(\xi, \eta)\, d\xi,$$

prise le long du contour complet de la surface dans le sens direct. On a, pour expression générale de cette intégrale définie,

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=p} (A_{\mu}^{(\nu)} B_{\mu'}^{(\nu)} - A_{\mu'}^{(\nu)} B_{\mu}^{(\nu)}),$$

où les A et les B désignent les modules de périodicité des deux intégrales

$$V(\xi, \eta), \quad \int Z(\xi, \eta)\, d\xi = \prod_{\xi', \eta'}^{\xi, \eta}$$

(Simart, *loc. cit.*, p. 108). Les modules de périodicité relatifs aux coupures a étant nuls pour les deux intégrales, il en résulte que la somme précédente est identiquement nulle. D'autre part, cette somme est égale, d'après le théorème de Cauchy, au produit de $2i\pi$ par la somme des résidus de la fonction

$$V(\xi, \eta) Z(\xi, \eta)$$

sur toute la surface, ou, comme il est facile de s'en assurer, à

$$2i\pi V(x_0, y_0) - 2i\pi V(x, y) + 2i\pi R(\alpha, \beta),$$

$R(\alpha, \beta)$ désignant le résultat relatif au pôle $x = \alpha$, $y = \beta$. Pour évaluer ce résidu, je remarque que le point $\xi = a$ est un pôle d'ordre $n - 1$ pour $Z(\xi, \eta)$, et l'on a dans le domaine de ce point

$$Z(\xi, \eta) = (\xi - a)^{-1+\frac{1}{n}} \left[Z(a, b) + \frac{(\xi - a)^{\frac{1}{n}}}{1} Z^{(1)}(a, b) \right.$$
$$\left. + \frac{(\xi - a)^{\frac{2}{n}}}{1.2} Z^{(2)}(a, b) + \ldots + \frac{(\xi - a)^{\frac{m-1}{n}}}{1.2\ldots(m-1)} Z^{(m-1)}(a, b) + \ldots \right];$$

les quantités $Z(a, b)$, ..., $Z^{(i)}(a, b)$ n'ont plus tout à fait le même sens que lorsque le point (a, b) est un point ordinaire de la surface. Toutefois, comme l'ambiguïté ne paraît pas possible, je conserverai cette notation. Le résidu $R(\alpha, \beta)$ aura donc pour valeur (voir Appell, *Acta mathematica*, t. I, p. 114)

$$n \left[A_m Z(a, b) + A_{m-1} \frac{Z^{(1)}(a, b)}{1} + \ldots + A_1 \frac{Z^{(m-1)}(a, b)}{1.2\ldots(m-1)} \right],$$

et l'on en déduit la formule

$$V(x, y) = V(x_0, y_0) + n \left[A_m Z(a, b) + \ldots + A_1 \frac{Z^{(m-1)}(a, b)}{1.2\ldots(m-1)} \right].$$

Ceci nous conduit à prendre comme éléments essentiels des intégrales considérées les fonctions $Z^{(h)}(a, b)$. Les propriétés de ces intégrales sont faciles à déduire de leur expression au moyen des fonctions Θ. Ainsi on établit sans difficulté que $Z^{(h)}(a, b)$ est partout finie et continue, sauf au

point $x = a$, $y = b$ qu'elle admet comme pôle d'ordre $h + 1$, que les modules de périodicité relatifs aux coupures a sont nuls. Le module de périodicité relatif à la coupure b_i sera égal à $\varphi_i^{(h)}(a, b)$, en supposant qu'on ait, dans les environs du point $x = a$, $y = b$,

$$\varphi_i(x, y) = (\xi - a)^{\frac{n-1}{n}} \left[\varphi_i(a, b) + \frac{(\xi - a)^{\frac{1}{n}}}{1} \varphi_i^{(1)}(a, b) + \ldots \right.$$
$$\left. + (\xi - a)^{\frac{h}{n}} \frac{\varphi_i^{(h)}(a, b)}{1.2\ldots h} + \ldots \right],$$

$\varphi_i(x, y)$ désignant la dérivée de l'intégrale normale de première espèce $u^{(i)}(x, y)$. On le voit en prenant l'intégrale définie $\int Z^{(h)}(a, b) \varphi_i(x, y)\, dx$ le long du contour complet de la surface.

» Les intégrales $Z^{(h)}(a, b)$ jouent absolument le même rôle que les intégrales normales de seconde espèce où le pôle est un point ordinaire, soit dans le théorème de Riemann-Roch, soit dans la théorie générale des fonctions uniformes d'un point analytique (x, y). Elles interviennent en particulier dans l'expression des fonctions rationnelles qui sont les dérivées des intégrales de première espèce; on sait, en effet, que ces dérivées ne peuvent devenir infinies qu'aux points critiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Riemann relatif aux fonctions de n variables indépendantes admettant $2n$ systèmes de périodes.* Note de MM. **H. Poincaré** et **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Les fonctions Θ de n variables indépendantes permettent, comme on sait, de former des fonctions uniformes de n variables avec $2n$ systèmes de périodes. Ces périodes ne sont pas arbitraires, car elles satisfont à $\frac{n(n-1)}{2}$ relations bien connues. Dans une conversation avec M. Hermite, lors de son voyage à Paris, en 1860, Riemann avait affirmé que ces relations devaient nécessairement exister entre les $2n$ systèmes de périodes de fonction uniforme de n variables, $2n$ fois périodique [1], tout au moins après une transformation de degré convenable effectuée sur ces périodes, mais il n'a

[1] M. Hermite a énoncé, d'après Riemann, ce théorème dans une Note faisant suite à la sixième édition du Traité de Lacroix.

jamais indiqué la marche qui l'a conduit à cette importante proposition. M. Weierstrass aurait depuis annoncé à quelques-uns de ses élèves qu'il possédait une démonstration du théorème précédent, mais l'illustre géomètre de Berlin n'a jamais, à notre connaissance, publié ni indiqué la méthode dont il a fait usage.

» La proposition énoncée peut se démontrer aisément à l'aide des considérations suivantes Soit

$$
\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \omega_{11}\,\omega_{12}\ldots\omega_{1,2n}, \\ \omega_{21}\,\omega_{22}\ldots\omega_{2,2n}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \omega_{n1}\,\omega_{n2}\ldots\omega_{n,2n} \end{array} \right.
$$

un système irréductible de $2n$ périodes simultanées des n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On sait, d'après M. Weierstrass (*Monatsbericht*, 1862), qu'entre $(n+1)$ fonctions $2n$ fois périodiques de n variables, existe une relation algébrique; soit, en désignant ces fonctions par u_1, $u_2, \ldots, u_{n+1}$,

$$f(u_1, u_2, \ldots, u_{n+1}) = 0,$$

et l'on peut choisir $(n+1)$ fonctions, de telle sorte que toute autre fonction admettant les mêmes périodes s'exprime rationnellement à l'aide de $u_1, u_2, \ldots, u_{n+1}$.

» Cela posé, on établit que les fonctions $u_1, u_2, \ldots, u_n$ satisfont au système d'équations aux différentielles totales

$$
\begin{aligned}
dx_1 &= P_{11}\,du_1 + P_{12}\,du_2 + \ldots + P_{1n}\,du_n, \\
dx_2 &= P_{21}\,du_1 + P_{22}\,du_2 + \ldots + P_{2n}\,du_n, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
dx_n &= P_{n1}\,du_1 + P_{n2}\,du_2 + \ldots + P_{nn}\,du_n,
\end{aligned}
$$

où les P sont fonctions rationnelles de $u_1, u_2, \ldots, u_n, u_{n+1}$.

» $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont donc des intégrales de différentielles tota les algébriques admettant le système des périodes (I). Posons maintenant

$$u_1 = \varphi_1(t),\ u_2 = \varphi_2(t),\ \ldots,\ u_n = \varphi_n(t),$$

les φ étant des fonctions rationnelles, absolument arbitraires, d'une variable t; $x_1, x_2, \ldots, x_n$ deviendront des fonctions $X_1, X_2, \ldots, X_n$ de la seule variable t, et ce seront des intégrales abéliennes de première espèce correspondant à la relation algébrique entre t et u_{n+1},

$$f(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, u_{n+1}) = 0.$$

On remarquera d'abord que ces n intégrales seront linéairement indépendantes, si les φ sont pris d'une manière arbitraire; on voit ensuite que chaque système de périodes correspondantes des intégrales $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sera nécessairement de la forme

$$\begin{array}{l} m_1\omega_{11} + m_2\omega_{12} + \ldots + m_{2n}\omega_{1,2n}, \\ m_1\omega_{21} + m_2\omega_{22} + \ldots + m_{2n}\omega_{2,2n}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ m_n\omega_{n1} + m_n\omega_{n,2} + \ldots + m_n\omega_{n,2n}, \end{array}$$

où les m sont des entiers. En écrivant la relation entre les périodes de deux intégrales quelconques X_α et X_β, on aura donc

$$\sum_{i=1}^{i=2n}\sum_{k=1}^{k=2n} c_{ik}\,\omega_{\alpha i}\omega_{\beta k} = 0, \tag{2}$$

les c étant des entiers indépendants de α et β, et l'on a de plus $c_{ii} = 0$, $c_{ik} = -c_{ki}$.

» Le déterminant $|c_{ik}|$ d'ordre $2n$, qui est un déterminant gauche, sera un carré parfait m^2.

» Admettons pour un instant que m ne soit pas nul; on établira sans peine qu'en effectuant sur les périodes ω une transformation d'ordre m, c'est-à-dire en remplaçant les périodes ω par des périodes Ω qui en soient des fonctions linéaires à coefficients entiers de déterminant égal à m, la relation entre les périodes de X_α et X_β devient, quels que soient α et β,

$$\begin{aligned} \Omega_{\alpha,1}\Omega_{\beta,2} - \Omega_{\alpha,2}\Omega_{\beta,1} + \Omega_{\alpha,3}\Omega_{\beta,4} - \Omega_{\alpha,4}\Omega_{\beta,3} + \ldots \\ + \Omega_{\alpha,2n-1}\Omega_{\beta,2n} - \Omega_{\alpha,2n}\Omega_{\beta,2n-1} = 0, \end{aligned}$$

et cette égalité établit le théorème de Riemann.

» Nous avons maintenant à montrer que m ne peut être nul; nous nous appuierons pour cela sur la remarque suivante, qui résulte immédiatement d'un théorème fondamental de Riemann. Si l'on pose

$$\omega_{\alpha i} = A_{\alpha i} + B_{\alpha i}\sqrt{-1},$$

la somme

$$\sum_{i=1}^{i=2n}\sum_{k=1}^{k=2n} c_{ik}\,A_{\alpha i}B_{\alpha k}$$

est certainement différente de zéro. Cela admis, nous démontrons que, si le déterminant $|c_{ik}| = 0$, on peut, par une transformation de degré conve-

nable, remplacer le système des ω par un système de Ω, la relation (2)

$$\Omega_{\alpha 1}\Omega_{\beta,2} - \Omega_{\alpha,2}\Omega_{\beta,1} + \ldots + \Omega_{\alpha,2r-1}\Omega_{\beta,2r} - \Omega_{\alpha,2r}\Omega_{\beta,2r-1} = 0,$$

où r est moindre que n. De plus, puisque r est moindre que n, on peut, en considérant une combinaison linéaire convenable de $X_1, X_2, \ldots, X_n$ (laquelle ne peut être identiquement nulle, puisque les X sont linéairement indépendants), supposer, en gardant les mêmes notations, que

$$\Omega_{\alpha,1} = \Omega_{\alpha,3} = \ldots = \Omega_{\alpha,2r-1} = 0;$$

mais, d'après la remarque précédente, si l'on pose

$$\Omega_{\alpha,i} = A_i + B_i\sqrt{-1},$$

la somme

$$A_1 B_2 - A_2 B_1 + A_3 B_4 - A_4 B_3 + \ldots + A_{2r-1} B_{2r} - A_{2r} B_{2r-1}$$

n'est pas nulle, ce qui nous amène à une contradiction, puisque, ici,

$$A_1 = B_1 = 0, \quad A_3 = B_3 = 0, \quad \ldots, \quad A_{2r-1} = B_{2r-1} = 0.$$

Le déterminant ne peut donc être nul, et la démonstration est complète.

» On déduit immédiatement du théorème qui vient d'être établi cette conséquence bien digne d'intérêt : *toute fonction $2n$ fois périodique de n variables indépendantes peut être exprimée au moyen des fonctions Θ.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la courbe du quatrième degré à deux points doubles.* Note de M. **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« Les coordonnées des points d'une courbe S du quatrième degré, de genre un, peuvent se mettre sous la forme

$$(1) \qquad X_i = A_i P_1(t) + B_i P_2(t) + C_i P_3(t) + D_i P_4(t) \qquad (i = 1, 2, 3),$$

étant posé

$$(2) \quad P_{j+1}(t) = \theta_3\left(t + j\frac{\omega}{n}, \omega, \omega'\right) = \sum_{-\infty}^{+\infty} e^{m^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega} + 2mi\frac{\pi t}{\omega}} e^{\frac{mi\pi}{2}} \qquad (j = 0, 1, 2, 3).$$

» On peut écrire, x_1, x_2, x_3 étant fonctions linéaires de X_1, X_2, X_3 :

$$(3) \qquad \begin{cases} x_1 = P_1 - P_3 + \lambda(P_1 + P_3), \\ x_2 = P_2 + P_4 + \mu(P_1 + P_3), \\ x_3 = P_2 - P_4 + \nu(P_1 + P_3), \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des constantes.

» Les arguments t, $t+\omega$, $t+4\omega'$ donnent le même point de la courbe.

» Nous appellerons *points conjugués* dans un système σ deux points de la courbe S, dont les arguments ont σ pour somme; *systèmes principaux* les quatre systèmes $0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2}$; *systèmes semi-principaux* les douze systèmes obtenus en ajoutant à l'une des quantités $\frac{\omega}{4}, \omega', \omega'+\frac{\omega}{4}$ l'une des quantités $0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2}$.

» On démontre aisément que :

» 1° Les droites joignant deux points conjugués dans le système σ enveloppent une conique tangente à S en quatre points situés sur une conique passant par les deux points doubles;

» 2° Les droites joignant deux points conjugués dans un des systèmes principaux passent par un point fixe, que nous appellerons un *centre*. Il y a quatre centres correspondant à chacun des systèmes

$$0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2},$$

et dont les coordonnées sont

$$(0, 0, 1); \quad (1, 0, 0); \quad (0, 1, 0); \quad (\lambda, \mu, \nu).$$

Ces quatre points sont ceux où se coupent deux tangentes doubles de S, dont les quatre points de contact sont sur une conique passant par les deux points doubles.

» Les arguments des quatre points où une droite

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 = 0$$

coupe S vérifient l'équation

$$\begin{aligned}\varphi(t) = a_1(P_1 - P_3) + a_2(P_2 + P_4) + a_3(P_2 - P_4)\\ + (\lambda a_1 + \mu a_2 + \nu a_3)(P_1 + P_3) = 0.\end{aligned}$$

On a

$$\begin{aligned}\varphi\left(\frac{\omega}{4} - t\right) = a_1(P_4 - P_2) + a_2(P_1 + P_3) + a_3(P_3 - P_1)\\ + (\lambda a_1 + \mu a_2 + \nu a_3)(P_2 + P_4).\end{aligned}$$

» Les quatre points de S dont les arguments vérifient $\varphi\left(\frac{\omega}{4} - t\right) = 0$

seront sur une droite si l'on a

$$a_1(\lambda\mu - \nu) + a_2(\mu^2 - 1) + a_3(\mu\nu - \lambda) = 0.$$

» On en conclut aisément que cette seconde droite et la première droite considérée passent par un point fixe, de coordonnées $\lambda\mu - \nu$, $\mu^2 - 1$, $\mu\nu - \lambda$, et, par suite :

» 3° A chaque système semi-principal correspond un point O, tel que les quatre conjugués dans ce système des points où S est coupée par une droite quelconque A, issue de O, sont sur une droite B, passant par O; nous appellerons O un *semi-centre*.

» Les droites A et B sont en involution.

» Le segment déterminé par deux points conjugués dans un système semi-principal est partagé harmoniquement par deux droites fixes, concourant au semi-centre correspondant.

» Il résulte des propriétés 1°, 2°, 3° que les centres et semi-centres sont définis géométriquement et indépendamment des quantités ω, ω'. On déduirait aisément de ce qui précède des propriétés de ces points; nous nous bornerons à la remarque suivante :

» Les coordonnées des centres et semi-centres ne dépendent que des constantes λ, μ, ν, et nullement de la quantité $q = e^{\pi i \frac{\omega'}{\omega}}$, qui figure dans les équations (1), (2) et (3); il en résulte que toutes les courbes représentées par les équations (1), où A_i, ..., D_i sont des constantes données, et où q prend successivement toutes les valeurs qu'il peut prendre, ont mêmes centres et semi-centres; on a la même conclusion pour les courbes du quatrième degré représentées par les équations

$$X_i = \text{fonction rationnelle}\left[t, \sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}\right] \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où le module k varie d'une courbe à l'autre.

» La proposition inverse est également vraie.

» On démontre aisément que le lieu des points doubles des courbes S ayant mêmes centres et semi-centres est une courbe du sixième degré, admettant comme points doubles les quatre centres donnés, et les points de rencontre des côtés opposés et des diagonales du quadrilatère des centres, et passant par les douze semi-centres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une fonction rationnelle homogène*. Note de M. C. **Stéphanos**, présentée par M. Jordan.

« **1.** Dans une précédente Communication (*Comptes rendus* du 12 novembre 1883), j'ai eu l'occasion d'indiquer comment, étant données trois formes binaires $\varphi = \varphi_x^k$, $\beta = \beta_x^m$, $\gamma = \gamma_x^n$ (où $k \geqq m + n - 1$), on peut obtenir l'expression générale des formes $B = B_x^{k-m}$ et $C = C_x^{k-n}$ satisfaisant à la relation $A\varphi + B\beta + C\gamma = 0$, où A désigne le résultant des deux formes β et γ.

» Dans la Note actuelle, je vais d'abord considérer (n° **2**) ce que devient le problème précédent lorsqu'on suppose

$$\beta = \frac{1}{m+1}\frac{\partial f}{\partial x_1}, \quad \gamma = \frac{1}{m+1}\frac{\partial f}{\partial x_2}, \qquad (f = a_x^{m+1}).$$

» Je passerai ensuite (n° **3**) à un autre problème plus général, lequel permet d'obtenir la solution de cette question :

» *Étant données deux formes binaires φ et f, dont les ordres k et $m+1$ sont tels que $k + 2 = (m+1)(n+1)$ et dont la seconde f n'admet que des facteurs linéaires simples, calculer directement la partie algébrique et la partie transcendante de l'intégrale*

$$\int \frac{\varphi}{f^{n+1}}(x_1\,dx_2 - x_2\,dx_1),$$

sans recourir à la décomposition en fractions simples de $\frac{\varphi}{f^{n+1}}$.

» La solution que nous donnons de cette question n'est pas sans présenter beaucoup d'analogie avec la méthode remarquable, relative à l'intégration d'une fonction rationnelle quelconque, exposée par M. Hermite dans son *Cours d'Analyse*. Et, précisément, c'est en nous guidant par la méthode de M. Hermite, et aussi en nous efforçant de n'introduire que des covariants, que nous sommes parvenu à ce résultat.

» **2.** Le problème que je dois considérer d'abord est le suivant :

» *Etant données deux formes binaires $\varphi = \varphi_x^{m_1+m-1}$ et $f = a_x^{m+1}$ (où $m_1 \geqq m$), dont la seconde a son discriminant D différent de zéro, trouver l'expression générale des formes binaires $s = s_x^{m_1}$ et $t = t_x^{m_1-2}$ satisfaisant à la relation*

$$\text{(1)} \qquad D\varphi = (f, s)_1 + ft.$$

» Représentons par $\Delta = \Delta_x^{2m-2}$ la forme définie par les relations

$$(\Delta, f)_m = 0, \quad (\Delta, f)_{m+1} = 0,$$

et prenons D égal à

$$D = -\tfrac{1}{2}(\Delta, H)_{2m-1}, \quad \text{où} \quad H = (f, f)_2.$$

» Cela posé, on aura un premier système s_1, t_1 de valeurs des formes s, t, satisfaisant à la relation (1), en prenant

$$(2) \qquad s_1 = (\Delta, \sigma)_{2m-2}, \quad t_1 = (\Delta, \tau)_{2m-2},$$

où nous avons désigné par σ, τ les formes

$$(2') \left\{ \begin{aligned} &\sigma = \sigma_y^{2m-2} = a_x(a_x^m \varphi_y^m - a_y^m \varphi_x^m)\varphi_x^{m_1-m}\varphi_y^{m-1} : (xy), \\ &\tau = \tau_y^{2m-2} = \Big[(a\varphi)a_y^m \varphi_x^{m_1-1}\varphi_y^{m-1} - \frac{m_1 - m}{m_1}(a\varphi)a_x^m \varphi_x^{m_1-m-1}\varphi_y^{2m-1} \\ &\qquad\qquad - \frac{a_y(a_x^m\varphi_y^m - a_y^m\varphi_x^m)\varphi_x^{m_1-m}\varphi_y^{m-1}}{m_1(xy)}\Big] : (xy). \end{aligned} \right.$$

» Je dirai que le système des formes $s = s_1$, $t = t_1$, déterminé par les formules (2), (2′), constitue la *solution principale* de la relation (1). Quant à l'expression générale des formes s, t satisfaisant à cette relation (1), elle est donnée par les formules

$$s = s_1 + \frac{m_2}{m_1} g f, \quad t = t_1 + (g, f)_1,$$

où g désigne une forme arbitraire d'ordre $m_2 = m_1 - m - 1$.

» 3. Le problème précédent peut maintenant conduire à la résolution d'un autre plus général dont voici l'énoncé :

» *Étant données deux formes binaires φ et f, dont les ordres $m_1 + m - 1$ et $m + 1$ soient tels que*

$$m_1 + m - 1 \geqq (m+1)(n+1) - 3,$$

on demande l'expression générale des formes S *et* T, *d'ordres respectifs m_1 et $m_1 - (n+1)$, satisfaisant à la relation*

$$(3) \qquad D^n \varphi = (f, S)_1 + f^n T,$$

où D *désigne le discriminant de f, supposé différent de zéro.*

» Soient s_1, t_1; s_2, t_2; ...; s_n, t_n les solutions principales des n relations suivantes :

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} D\varphi \;\; &= (f, s_1)_1 + f t_1, \\ D t_1 \;\; &= (f, s_2)_1 + f t_2, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ D t_{n-1} &= (f, s_n)_1 + f t_n. \end{aligned} \right.$$

» On voit que les formes s_i, t_i seront des covariants simultanés des deux formes φ et f, de premier degré par rapport aux coefficients de φ et de degré

$i(2m-1)$ par rapport aux coefficients de φ. De plus, l'ordre m_i de la forme s_i (par rapport aux variables) est égal à

$$m_i = m_1 - (i-1)(m+1),$$

tandis que l'ordre de t_i est égal à $m_i - 2$.

» Si l'on désigne maintenant, de plus, par s_{n+1} une forme arbitraire d'ordre

$$m_{n+1} = m_1 - n(m+1),$$

l'expression générale des formes S *et* T *satisfaisant à la relation* (3) *sera*

$$(5) \qquad S = m_1\left(\sum_{i=1}^{i=n+1} \frac{1}{m_i} D^{n-i} f^{i-1} s_i\right), \quad T = t_n - (f, s_{n+1})_1.$$

» 4. Supposons maintenant que l'ordre de la forme φ soit inférieur de deux unités à celui de f^{n+1}, et envisageons les deux formes

$$S = m_1\left(\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{m_i} D^{n-i} f^{i-1} s_i\right), \quad T = t_n,$$

lesquelles satisfont à la relation (3) et constituent évidemment des covariants simultanés des deux formes φ et f.

» Comme on a dans ce cas

$$d\frac{S}{f^n} = (m+1)n^2 \frac{(f, S)_1}{f^{n+1}}(x_1\, dx_2 - x_2\, dx_1),$$

on devra avoir

$$D^n \int \frac{\varphi}{f^{n+1}}(x_1\, dx_2 - x_2\, dx_1) = \frac{1}{(m+1)n^2}\frac{S}{f^n} + \int \frac{T}{f}(x_1\, dx_2 - x_2\, dx_1),$$

formule qui fait connaître la partie algébrique et la partie transcendante de l'intégrale qui figure dans le premier membre.

» 5. La détermination des formes s_i, t_i est particulièrement facile dans le cas où la forme f est du second ordre ($m=1$). Dans ce cas, on peut prendre

$$D = \frac{1}{2}(f, f)_2, \quad s_1 = (\varphi, f)_1, \quad t_1 = \frac{m_1 - 1}{m_1}(\varphi, f)_2,$$

par suite de quoi on devra avoir

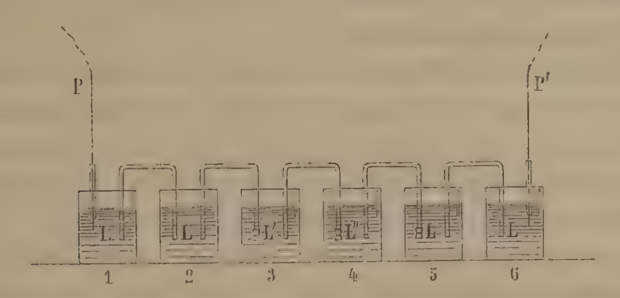
$$s_i = \frac{(m_1-1)(m_1-3)\ldots(m_1-2i+3)}{m_1(m_1-2)\ldots(m_1-2i)}(\varphi, f^i)_{2i-1},$$

$$t_i = \frac{(m_1-1)(m_1-3)\ldots(m_1-2i+1)}{m_1(m_1-2)\ldots(m_1-2i+2)}(\varphi, f^i)_{2i}. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel de couches électriques qui recouvrent deux liquides au contact.* Note de MM. E. BICHAT et R. BLONDLOT (suite) ([1]), présentée par M. Jamin.

« Avant de donner les résultats numériques, nous indiquerons une simplification dans la recherche des différences électriques entre les divers liquides.

» Il est aisé de voir qu'il suffit, pour connaître les différences électriques des liquides L′, L″, L‴, ..., pris deux à deux, de déterminer la différence électrique entre chacun de ces liquides et un liquide quelconque L, toujours le même. En effet, soit, par exemple, à trouver la différence L′|L‴. Supposons que l'on connaisse les différences L|L′ et L|L″. Formons une pile constituée de la manière suivante : le vase (3) de la figure contient le liquide L′, le vase (4) contient le liquide L″. Ces vases sont réunis par un siphon fermé par une membrane et rempli du liquide L′. Les vases (2) et (5) contiennent le liquide de L; ils sont reliés par deux siphons, munis de



membranes et remplis du liquide L, respectivement aux vases (3) et (4). Les vases (1) et (6) contiennent également le liquide L et sont réunis par des siphons aux vases (2) et (5). Dans les vases extrêmes plongent des fils de platine P et P′ scellés dans des tubes de verre. Les vases (2) et (5) sont destinés à empêcher les liquides L′ et L″ d'arriver par diffusion jusque dans les vases (1) et (6) qui contiennent les électrodes; celles-ci sont ainsi entourées du liquide L toujours parfaitement pur.

» Mesurons, par le procédé ordinaire de compensation, la force électromotrice de cette pile définie par la différence de potentiel entre les

([1]) Voir *Comptes rendus* de la séance précédente.

électrodes P et P′, ou $V_P - V_{P'}$. Soit E cette force électromotrice. On a

$$E = L|P + L'|L + L''|L' + L|L'' + P'|L.$$

» Nous représentons les deux platines par des lettres différentes P et P′ parce que, en réalité, ils ne sont jamais identiques, et que, par suite, les différences P|L et P′|L n'ont pas la même valeur. Permutons, maintenant, les vases (1) et (6); mesurons de nouveau la force électromotrice de la pile, c'est-à-dire, cette fois, $V_{P'} - V_P$. Soit E_1 cette force électromotrice. On a

$$E_1 = L|P' + L'|L + L''|L' + L|L'' + P|L.$$

Ajoutons E et E_1, il vient

$$E + E_1 = 2(L'|L + L''|L' + L|L'')$$

d'où l'on tire

$$L''|L' = \frac{E + E_1}{2} + L|L' - L|L''.$$

» Or on connaît, par hypothèse, les différences L|L′ et L|L″; la différence L″|L′ est donc déterminée.

» Par conséquent, il suffira de déterminer, au moyen de notre appareil à gouttes, les différences électriques entre un liquide L, toujours le même, et les différents liquides. Comme liquide L de comparaison, nous avons choisi une dissolution de sulfate de soude formée de 1 partie en poids de sulfate de soude et de 24 parties d'eau.

» Nous avons appliqué la méthode indirecte que nous venons de décrire à la mesure de la différence entre l'acide azotique et l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ en volume, et nous avons trouvé

Acide azotique ordinaire | Eau acidulée............ $0^{volt},545$ [1]

» La mesure directe effectuée au moyen de l'appareil à écoulement nous a donné $-0^{volt},544$. Ces deux nombres ne diffèrent entre eux que d'une quantité inférieure aux erreurs d'expérience.

» Voici maintenant quelques-uns des résultats que nous avons obtenus :

---

[1] Nous adoptons la convention ordinaire d'après laquelle la notation A|B représente la différence de potentiel $V - V_A$.

		volt
Eau acidulée par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ en volume.	Dissolution normale de sulfate de soude.	— 0,148
Acide azotique ordinaire du commerce.	Dissolution normale de sulfate de soude.	— 0,677
Acide chlorhydrique pur du commerce.	Dissolution normale de sulfate de soude.	— 0,575
Dissolution de potasse : 100gr de potasse pure, 500gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude.	+ 0,052
Dissolution de potasse : 300gr de potasse pure, 500gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude.	+ 0,154
Dissolution de sulfate de zinc pur : 300gr de sulfate de zinc, 900gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude.	sensiblement nulle.
Dissolution saturée de sulfate de cuivre pur.	Dissolution normale de sulfate de soude.	sensiblement nulle.
Dissolution de sulfate de zinc pur : 300gr de sulfate de zinc, 900gr d'eau.	Dissolution saturée de sulfate de cuivre pur	sensiblement nulle.

» Chacun des nombres que nous venons de donner est le résultat de nombreuses mesures parfaitement concordantes. L'écart entre deux mesures ne dépassait pas $\frac{2}{1000}$ de Daniell, limite de sensibilité de notre électromètre. On voit que les différences électriques entre les liquides présentent une constance bien plus grande que les différences électriques entre deux métaux, ou entre un métal et un liquide. Cela provient sans doute de ce que les liquides ne conservent pas, comme dans les corps solides, les modifications de structure provenant d'actions mécaniques antérieures.

» Nous avons recherché quelle pouvait être l'influence de la température sur la différence électrique entre deux liquides. Quelques expériences négatives nous portent à penser que cette influence est négligeable pour des variations de température beaucoup plus grandes que celles qui peuvent se produire dans l'air d'un laboratoire. Du reste, toutes nos mesures ont été faites à une température qui a pu varier de 12° à 18°. »

OPTIQUE. — *Sur une expérience de M. Desains : détermination des constantes optiques d'un cristal biréfringent à un axe.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Desains.

« On connaît la belle expérience de M. Desains : des rayons lumineux dirigés suivant les génératrices d'un cône de révolution tombent sur un cristal biréfringent à faces parallèles, de manière à converger en un point de la face d'entrée; l'axe du cône est normal à cette face. Si l'on reçoit les rayons émergents sur un écran parallèle au cristal, on observe deux courbes lumineuses : l'une est toujours un cercle, l'autre un ovale. Dans son *Traité de Physique*, M. Desains explique cette expérience en donnant une équation approchée de la courbe ovale.

» Nous allons démontrer que cette courbe a deux axes de symétrie et nous déduirons des mesures micrométriques, faciles à prendre sur l'écran, les constantes optiques du cristal.

» En appliquant la construction d'Huygens, on voit aisément, comme l'a remarqué M. Desains, que les rayons réfractés ordinairement formeront à la sortie du cristal un cône de révolution de même axe que le premier, ce qui explique le cercle lumineux sur l'écran. Occupons-nous des rayons extraordinaires. Soit

$$(1)\qquad A x^2 + A' y^2 + A'' z^2 + 2B' zx = 1$$

l'équation de l'ellipsoïde d'Huygens qui a pour centre le sommet du cône des rayons incidents; l'axe des x est la projection de l'axe du cristal sur la face d'entrée, l'axe des z est normal à cette face.

» En appliquant la règle d'Huygens, on trouve sans peine que les rayons extraordinaires formeront à l'intérieur du cristal un cône dont l'équation est

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{l}(A^2 - A\sin^2\theta)x^2 + (A'^2 - A'\sin^2\theta)y^2\\ \quad + (B'^2 - A''\sin^2\theta)z^2 + 2(AB' - B'\sin^2\theta)zx = 0,\end{array}\right.$$

θ étant le demi-angle d'ouverture du cône des rayons incidents, et la vitesse de la lumière dans l'air étant prise pour unité.

» Ainsi la courbe de sortie sera une ellipse. On sait ensuite que les rayons reprennent hors du cristal leur direction primitive : ils vont donc former une surface gauche ayant pour base une ellipse et pour cône directeur un

cône de révolution dont l'axe est normal au plan de l'ellipse. Cette surface a à peu près l'aspect d'une surface d'égale pente et ses sections par des plans parallèles à l'ellipse différeront peu des courbes connues sous le nom de courbes parallèles à l'ellipse : en recevant les rayons émergents dans une lunette, ou simplement en interposant une lentille biconvexe entre le cristal et l'écran, on verra des courbes analogues aux belles courbes parallèles à l'ellipse et intérieures à cette courbe.

» L'étude de cette surface gauche ne peut trouver place dans cette Note; disons seulement qu'elle présente quatre éléments de surface développable le long des quatre génératrices issues des sommets de l'ellipse, et que ces quatre génératrices ont pour projections sur le plan de l'ellipse les axes mêmes de l'ellipse. Les deux génératrices situées dans le plan des zx sont les rayons émergents qui proviennent des rayons incidents situés dans le même plan; les deux autres génératrices proviennent des rayons incidents qui sont dans le plan des zy. Il résulte de là que la surface gauche a deux plans de symétrie et, par suite, toutes les sections parallèles au plan de l'ellipse (ovales de M. Desains) ont deux axes de symétrie.

» Voici maintenant comment on pourra, à l'aide de simples mesures micrométriques, déduire de l'expérience de M. Desains les deux indices principaux et l'angle de l'axe du cristal avec la face d'entrée (l'axe est dans un plan perpendiculaire à la face d'entrée mené par la ligne qui joint le centre de l'ovale au centre du cercle fourni par les rayons ordinaires et que j'appellerai, pour abréger, le *cercle ordinaire*).

» Soient

e l'épaisseur du cristal,
d la distance du cristal à l'écran,
l la distance du centre du cercle ordinaire au centre de l'ovale,
$2a'$ et $2b'$ les deux axes de l'ovale.

» Soient alors $2a$ et $2b$ les deux axes de l'ellipse de sortie des rayons extraordinaires; nous aurons

$$a = a' - d \tan \theta,$$
$$b = b' - d \tan \theta.$$

» Les éléments à calculer sont les deux indices principaux n_0 et n_e, et l'angle α de l'axe du cristal avec la face d'entrée. On a d'abord, en intro-

duisant les coefficients de l'équation (1),

$$(3)\qquad \begin{cases} A = n_o^2 \cos^2\alpha + n_e^2 \sin^2\alpha, \\ A' = n_e^2, \\ A'' = n_o^2 \sin^2\alpha + n_e^2 \cos^2\alpha, \\ B' = -\sin\alpha\cos\alpha(n_o^2 - n_e^2). \end{cases}$$

» Si nous exprimons ensuite que le cône des rayons réfractés extraordinaires (2) coupe la face de sortie suivant une ellipse dont les axes sont $2a$ et $2b$, et dont le centre a pour abscisse l, nous obtenons les nouvelles équations

$$(4)\qquad \begin{cases} a^2 = \dfrac{n_o^2 n_e^2}{A^2(A - \sin^2\theta)} e^2 \sin^2\theta, \\ b^2 = \dfrac{n_o^2}{A(n_e^2 - \sin^2\theta)} e^2 \sin^2, \\ l = -\dfrac{B'}{A} e. \end{cases}$$

» Ces trois équations à trois inconnues n_o, n_e et α résolvent le problème.

» La résolution directe des équations (4) serait assez laborieuse, mais elle peut être évitée. Mesurons sur l'écran le rayon R du cercle ordinaire ; un calcul simple fait connaître n_o :

$$n_o = \frac{\sin\theta\sqrt{e^2 + (R - d\,\mathrm{tang}\,\theta)^2}}{R - d\,\mathrm{tang}\,\theta}.$$

» Si maintenant on élimine α entre les trois équations (4), on aura deux équations distinctes en n_e^2 et leur solution commune s'obtient par une équation du premier degré en n_e^2.

» On a ensuite α par la formule

$$\cot\alpha = \frac{el\sin^2\theta}{b^2 n_e^2 - b^2\sin^2\theta - e^2\sin^2\theta}.$$

» Elle permet de déterminer la position de l'axe dans un cristal dont les indices principaux sont connus. »

CHIMIE. — *Recherches sur la durée de la solidification du soufre surfondu.* Note de M. D. Gernez, présentée par M. Debray.

« Dans une Communication précédente, j'ai fait connaître les particularités que l'on observe lorsqu'on étudie la durée de la solidification du phosphore surfondu ; je vais indiquer les principaux résultats d'une étude ana-

logue effectuée sur le soufre. Le dispositif dont j'ai fait usage ressemble beaucoup à celui que j'ai utilisé dans le cas du phosphore, avec cette différence que, la durée de la solidification du soufre étant beaucoup plus grande, dans les mêmes conditions de température, il a suffi d'employer un chronomètre à pointage pour déterminer les durées avec une approximation convenable. Dans toutes ces expériences, en vue d'obtenir des résultats comparables, je me suis servi d'une variété de soufre bien déterminée : j'ai employé du soufre octaédrique cristallisé par évaporation d'une solution dans le sulfure de carbone. J'ai pulvérisé les cristaux et je les ai chauffés à 95°, pendant vingt-quatre heures, pour leur enlever les dernières traces de sulfure de carbone, dont la présence eût modifié les résultats.

» J'ai introduit ce soufre dans des tubes en U, dont le diamètre ne dépassait pas 2^{mm}, en ayant soin d'enlever les parcelles de soufre solide adhérentes aux parois du tube au-dessus du niveau où devait arriver le soufre fondu ; on évite ainsi leur chute accidentelle dans le liquide surfondu avant l'époque assignée à l'expérience.

» Le problème est plus complexe dans le cas du soufre que dans celui du phosphore : j'ai montré, en effet, depuis longtemps, que, suivant la forme cristalline de la parcelle du soufre qu'on introduit dans le soufre surfondu, on peut obtenir, soit des prismes obliques à base rhombe, soit des octaèdres droits à base rectangulaire. Il y aura donc lieu de considérer : 1° le cas où l'on fait naître des prismes; 2° celui où l'on provoque la formation des octaèdres ; il y a de plus un troisième cas comprenant l'étude du développement d'une nouvelle variété cristalline de soufre, que j'ai découverte en me servant, comme moyen d'investigation, de la durée d'accroissement des cristaux dans le liquide surfondu.

» I. *Durée de la solidification des prismes.* — 1° Supposons que dans un tube, à la surface duquel sont gravés des traits équidistants, on ait fondu le soufre en le maintenant dans un bain de température constante T pendant un temps τ, puis qu'on le retire de ce bain pour l'immerger dans un autre dont la température soit t, inférieure au point de fusion du soufre : le liquide restera surfondu. Après l'avoir maintenu en cet état pendant un temps τ', vient-on à y semer un cristal prismatique, dès qu'il touche la surface du liquide, il se développe de manière à en envahir peu à peu toute la masse. On reconnaît que la région solidifiée augmente de longueurs égales pendant des temps égaux. En réalisant la même expérience sur un nouveau tube dont le diamètre ne dépasse pas 2^{mm}, les valeurs de T, τ, t, τ' étant les mêmes, on trouve même durée d'allongement des cristaux pour l'unité de longueur : c'est donc une *constante*.

» 2° Si, toutes choses étant égales d'ailleurs, on procède à des expériences sur des tubes n'ayant pas encore servi, en changeant seulement la valeur de t, température du bain où le soufre est maintenu en surfusion, on trouve des durées qui vont en croissant à mesure que cette température se rapproche du point de fusion du soufre. Voici quelques valeurs qui permettent de suivre la marche du phénomène pour $T = 129°, 5^m$, $\tau = 5^m$, $\tau' = 15^m$.

Températures du soufre surfondu.	80°,9	83°,2	93°,4	95°,7	99°,8	100°,4	104°,7	105°,4	106°,1	107°,6	108°,9	110°,9
Durées de la solidification pour 10^{mm}.	$0^s,20$	$0^s,22$	$0^s,29$	$0^s,36$	$9^s,47$	$0^s,50$	$0^s,77$	$1^s,04$	$1^s,19$	$2^s,14$	$2^s,91$	$3^s,84$

» 3° Ces résultats sont analogues à ceux que présente le phosphore : il n'en est pas de même de ceux que je vais indiquer. Au lieu de donner diverses valeurs à la température t à laquelle on provoque la cristallisation des prismes, on peut maintenir cette température constante et faire varier successivement l'une des trois quantités T, τ, τ', en ayant soin seulement que la durée du contact du tube avec le bain ambiant soit suffisante pour qu'il en ait pris la température : on reconnaît alors que la durée de la solidification dépend à la fois de toutes ces quantités, de sorte que le tableau transcrit ci-dessus ne correspond qu'aux valeurs $T = 129°, 5^m$, $\tau = 5^m$, $\tau' = 15^m$. Examinons l'influence des variations de τ et τ' et T.

» Faisons d'abord varier la durée τ du séjour dans le bain où l'on a fondu le soufre; nous trouvons les résultats suivants de deux groupes d'expériences :

					Durée pour 10^{mm}
(1)	$T = 129°,5$	$\tau = 5^m$	$\tau' = 15^m$	$t = 100°,5$	$0^s,55$
	$T = 129,5$	$\tau = 35$	$\tau' = 15$	$t = 100,5$	4,66
(2)	$T = 129,5$	$\tau = 5$	$\tau' = 15$	$t = 100,3$	0,50
	$T = 129,5$	$\tau = 60$	$\tau' = 15$	$t = 100,3$	5,79

» On voit nettement par là que la durée de l'allongement des prismes augmente beaucoup à mesure que l'on maintient le soufre plus longtemps dans le bain initial *à température constante*. Dans le premier groupe d'expériences, la durée devient 8,5 fois plus grande pour un séjour 7 fois plus long et, dans le deuxième, la durée est 11,58 fois plus grande pour un séjour 12 fois plus long. Le changement produit sous l'influence de la chaleur est presque proportionnel à la durée de cette action.

» 4° Dans le cas où l'on fait varier seulement la durée τ' du séjour dans le bain de surfusion, on observe encore une variation dans la durée de l'allongement des cristaux. Cette variation est très faible si la valeur de T est peu élevée au-dessus du point de fusion du soufre; elle est, au contraire,

très notable lorsque la température T est supérieure à 170°. Ainsi, pour $T = 219°$, $\tau = 5^m$, $t = 101°$, les durées ont été

	h m	s
Après	0.15	23,04
Après	3.15	9,12
Après	4.45	7,70

et à partir de cette valeur la durée reste sensiblement constante.

» 5° On observe des résultats analogues aux précédents, bien que moins inattendus, en portant le soufre à des températures initiales différentes : ainsi, lorsque la température du bain de surfusion est maintenue constante à 100°,3 pendant quinze minutes, on observe dans des tubes chauffés cinq minutes à diverses températures les durées suivantes :

Températures du bain de fusion.	129°,5	139°,0	142°,5	154°,5	160°,5	164°,5	167°,5	173°,5	177°
Durées de l'allongement des cristaux par 10^{mm} ..	0s,50	0s,59	0s,70	1s,93	5s,70	10s,61	18s,08	25s,59	24°,98

Températures du bain de fusion..	181°	189°	204°	219°	243°	274°	350°	440°
Durées de l'allongement des cristaux pour 10^{mm}..	21s,65	21s,41	21s,66	21s,43	19s,41	18s,07	17s,0	16s,06

» L'examen de ces nombres montre nettement une variation très brusque dans la durée de la solidification lorsqu'on passe d'un tube chauffé à 167°,5 à un autre chauffé à 173°,5; cette durée prend, vers cette dernière température, une valeur maxima et elle diminue alors très lentement à mesure que l'on opère à des températures de plus en plus élevées jusqu'à la température normale d'ébullition du soufre.

» Toutes ces variations dans la durée de la solidification des prismes tiennent évidemment aux changements éprouvés par la chaleur spécifique du soufre liquide et la chaleur de solidification des prismes. Or les expériences précédentes permettent de constater ce fait inattendu, que le soufre liquide est susceptible d'éprouver *à température constante* une modification qui dépend de la durée d'action de la source calorifique; elles montrent aussi que le soufre liquide peut éprouver, lorsqu'on élève sa température, des transformations qui mettent un certain temps à se développer, qui ne disparaissent pas entièrement lorsqu'on ramène le liquide aux conditions initiales et peuvent être manifestées longtemps après, comme si, dans la première phase de l'opération, le liquide prenait de la chaleur qu'il n'abandonne que partiellement dans la seconde. J'indiquerai dans une prochaine Communication comment on peut suivre la trace de ces transformations dans le soufre solidifié. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de quelques oxychlorures et oxybromures de plomb.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé les oxychlorures en précipitant le chlorure de plomb dissous par la potasse dans les proportions équivalentes indiquées par les formules

$$2PbCl + KO = PbCl\ PbO + KCl,$$
$$3PbCl + 2KO = PbCl, 2PbO + 2KCl,$$
$$4PbCl + 3KO = PbCl, 3PbO + 3KCl.$$

» J'ai opéré de même pour préparer les oxybromures. Les précipités amorphes ainsi obtenus ont été lavés par décantation, séchés dans du papier, puis à l'étuve jusqu'à disparition des dernières traces d'eau, et j'ai vérifié par l'analyse leur composition.

» J'ai traité les oxychlorures dans le calorimètre par l'acide chlorhydrique ($\frac{1}{2}$ équivalent par litre), saturé à l'avance par du chlorure de plomb, de telle sorte qu'à la fin de la réaction tout l'oxychlorure était transformé en chlorure de plomb précipité, sans qu'on eût à tenir compte de la chaleur de dissolution du chlorure de plomb dans l'acide chlorhydrique. J'ai agi de même avec les oxybromures, en les dissolvant dans l'acide bromhydrique ($\frac{1}{2}$ équivalent par litre) saturé de bromure de plomb.

» La solubilité du chlorure de plomb dans HCl ($\frac{1}{2}$ équiv.) est d'ailleurs faible; elle est, d'après mes expériences, de $0^{gr},880$ par litre à 11°; elle serait de 8^{gr} dans l'eau pure à la même température.

» La solubilité du bromure de plomb dans HBr ($\frac{1}{2}$ équiv.) est de $1^{gr},25$ par litre à 11°, au lieu de 5^{gr} environ à cette même température dans l'eau.

» Voici, vers 10°, les nombres obtenus avec les oxychlorures dans les expériences thermiques :

	Cal
PbCl PbO solide + HCl, saturé de PbCl ($\frac{1}{2}$ équiv. par litre), dégage.	+ 9,04
PbCl, 2PbO + 2HCl	+19,98
PbCl, 3PbO + 3HCl	+31,60

» Ce qui donne, pour la chaleur de formation, à partir de l'oxyde et du chlorure anhydre (PbO anhydre + HCl étendu saturé de chlorure de plomb, dégageant + $12^{Cal},3$), les valeurs suivantes :

	Cal
PbO anhydre + PbCl anhydre, dégage	+ 3,26
2PbO + PbCl, dégage	+ 4,62
3PbO + PbCl, dégage	+ 5,30

» J'ai obtenu de même avec les oxybromures, vers 10° :

	Cal
PbBrPbO solide + HBr saturé de PbBr ($\frac{1}{2}$ équiv. par litre), dégage.	+12,00
PbBr2PbO + 2HBr, dégage	+24,97
PbBr3PbO + 3HBr, dégage	+37,80

» On tire de là pour la chaleur de formation, à partir de l'oxyde et du bromure anhydre (PbO anhydre + HBr ét. saturé de PbBr dégageant $+14^{Cal},0$), les valeurs suivantes :

	Cal
PbO anhydre + PbBr anhydre, dégage..	+ 2,00
2PbO + PbBr, dégage....................................	+ 3,03
3PbO + PbBr, dégage....................................	+ 4,20

» On voit, d'après ces chiffres, tant pour les oxychlorures que pour les oxybromures, que la chaleur dégagée croît de $+1^{Cal}$ environ avec l'addition de $1^{éq}$ d'oxyde de plomb, les erreurs d'expériences ne pouvant altérer le sens des résultats. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle de la spessartine ou grenat manganésifère.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on soumet à l'action d'un courant d'hydrogène, saturé de vapeur d'eau, un mélange de chlorure de manganèse et d'argile, dans un creuset de platine, à la température du rouge-cerise, on obtient, après une demi-heure, un culot fondu, rose, qui contient en outre du chlorure en excès, un silicate d'alumine et de manganèse cristallisé et des silicates de manganèse.

» Le silicate double isolé, comme il sera dit plus loin, paraît identique à la spessartine. Ses cristaux, qui mesurent de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre, affectent comme celle-ci la forme d'icositétraèdres; leur couleur, d'un jaune clair, leur insolubilité dans l'acide chlorhydrique, leur fusibilité en un émail brun au rouge vif, sont autant de propriétés qui leur sont communes avec le grenat manganésifère.

» La densité de ce silicate double, déterminée à 11° sur 4^{gr} de substance pure, est égale à 4,05; celles des produits naturels varient entre 3,80 et 4,30. Sa dureté, comprise entre 6 et 7, est inférieure à celle de la spessartine, qui dépasse 7.

» Sa composition chimique enfin est bien la même que celle du grenat, ainsi que le prouve la comparaison des chiffres suivants :

	Grenat artificiel.	Spessartine. $3(SiO^2, 2MnO) + 3SiO^2, 2Al^2O^3$.
SiO^2	36,10	36,30
Al^2O^3	21,25	20,75
MnO	42,70	42,95
CaO MgO	Traces	
	100,05	100,00

» *Préparations.* — Pour obtenir ce silicate double, on mêle dans un creuset de platine $1^{gr},500$ d'argile blanche, dite *terre de pipe*, finement pulvérisée, avec 20^{gr} à 25^{gr} de chlorure de manganèse à peu près pur et sec; on fond ensuite le mélange au rouge-cerise clair dans un courant assez rapide d'hydrogène ayant traversé une solution chaude de permanganate de potasse. Le gaz arrive par un tube de porcelaine recourbé qui traverse le couvercle; celui-ci doit encore donner passage à un fil de platine terminé en spirale plate à sa partie inférieure et destiné à agiter de temps en temps la masse fondue. L'opération est terminée en une demi-heure.

» Dans ces conditions, après un refroidissement lent, on obtient un culot qui laisse, insolubles dans l'eau, des cristaux de grenat mélangés à des grains fins d'oxychlorure altéré et à des fragments usés de grandes lamelles, provenant de l'altération par l'eau d'un silicate manganeux chloruré, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine publication.

» Le résidu, séparé de la solution aqueuse, est traité par l'acide chlorhydrique étendu de 30 à 50 volumes d'eau, afin de dissoudre les parties amorphes; si le résultat de ce traitement contient des cristaux biréfringents de silicate neutre de manganèse, il faut le soumettre, jusqu'à leur disparition complète, à l'action du même acide, étendu seulement de 8 à 10 volumes d'eau chaude.

» Il ne reste plus alors que des cristaux sans action sur la lumière polarisée qui, lavés et séchés fortement, présentent une couleur jaunâtre.

» Lorsqu'on fait usage de chlorure de manganèse renfermant plusieurs centièmes de chlorures alcalins ou terreux, les mêmes réactions se produisent, mais plus lentement, à cause de la formation de chlorures doubles difficilement décomposables, et l'on est exposé à trouver insolubles dans les acides employés du bisilicate de manganèse rose qu'on ne peut séparer du grenat.

» Une partie d'argile, contenant 62 pour 100 de silice et 28 pour 100 d'alumine, produit environ son poids de spessartine; théoriquement elle en devrait fournir un tiers en plus. La perte est due à ce qu'une partie de l'alumine est entraînée avec les substances volatilisées.

» *Analyse.* — Le mode d'analyse employé comprend : la décomposition du silicate par dix fois son poids de carbonate de soude pur; le dosage de la silice après évaporation de la solution chlorhydrique, la séparation à froid de l'alumine au moyen du carbonate de baryte précipité et la précipitation du manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» La pureté de la silice, de l'alumine et de l'oxyde rouge a été constatée par les moyens ordinaires.

» Le chlorure de calcium, substitué au sel de manganèse, donne naissance à un silicate à base d'alumine et de chaux comme le grenat grossulaire et dont les cristaux appartiennent, ainsi que ce dernier, au système cubique et affectent la forme d'icositétraèdres. Je réserve pour une Note ultérieure la description de ce sel double, ainsi que l'examen des produits auxquels donne naissance l'action du chlorure de calcium en fusion sur la silice.

» Parmi les différentes espèces de grenats, il n'en est qu'un, le grenat mélanite, $3(SiO^2, 2CaO) + 3SiO^2, 2Fe^2O^3$, qui ait été reproduit artificiellement. MM. von Kobell, Studer et Mitscherlich, Fouqué et Michel Lévy l'ont obtenu par la fusion de la mélanite elle-même ou de ses éléments. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la saccharogénie dans la betterave.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Boussingault.

« Sous le nom de *saccharogénie*, il convient de désigner le phénomène de la formation et de l'accumulation du saccharose dans certains tissus végétaux, et de le distinguer ainsi du phénomène plus général de la glucogénie, c'est-à-dire de la formation d'une matière sucrée quelconque.

» Au premier rang, parmi les végétaux saccharogènes figure la betterave; la recherche des conditions dans lesquelles le sucre se forme et s'accumule dans la souche de cette plante possède une importance sur laquelle il est inutile d'insister.

» Depuis longtemps déjà, les physiologistes admettent que, suivant l'heureuse expression de M. Boussingault (1865), la feuille est la première étape des principes sucrés qu'on trouve répartis dans diverses parties de l'organisme végétal et notamment dans la souche de la betterave.

» Mise en doute par Cl. Bernard, vers la fin de sa vie (1875), cette hypothèse est aujourd'hui sortie victorieuse des discussions auxquelles elle a donné lieu. Les recherches et les observations de MM. Duchartre, Violette, Corenwinder, Hugo de Vries, Isidore Pierre, Champion et Pellet, Leplay, etc., ne permettent plus de douter que les feuilles soient le laboratoire où les matières sucrées prennent naissance.

» Des recherches récentes de MM. Dehérain, Corenwinder et Contamine, etc., nous ont même appris que, dans certaines parties des feuilles de betterave, gisent à la fois du saccharose et des sucres réducteurs.

» Ces recherches cependant n'ont permis d'établir jusqu'à présent ni les conditions dans lesquelles le saccharose prend naissance, ni celles dans lesquelles il émigre vers la souche pour y être emmagasiné.

» J'ai cherché à éclaircir ce point encore obscur de Physiologie végétale et, pendant trois années consécutives, j'en ai, grâce à l'aide de M. le Ministre de l'Agriculture, poursuivi l'étude sur le champ d'expériences entretenu à la ferme de la Faisanderie par l'Institut agronomique.

» Intéressants par eux-mêmes, les résultats fournis par les deux premières campagnes ne m'ont pas apporté la solution du problème que je cherchais. Ils m'ont permis, cependant, de vérifier, une fois de plus, que la souche de la betterave, ainsi que l'a montré M. Peligot, ne renferme à tout moment que du saccharose, d'établir qu'au chevelu de la plante appartient une composition analogue, de reconnaître enfin que le saccharose se rencontre, à côté des sucres réducteurs, non seulement dans les pétioles et les nervures, mais encore dans les limbes mêmes des feuilles.

» C'est pendant la campagne de 1883 seulement que j'ai pu me rendre compte du mécanisme de la saccharogénie dans la betterave. Guidé par les récentes expériences de M. Pagnoul sur les différences de richesse saccharine que présentent des betteraves éclairées ou non, par les expériences également de M. Paul Bert, au sujet du renflement moteur, j'ai pensé que le fait de la production et de l'accumulation du saccharose par cette plante devait être, comme tous les autres grands phénomènes de la vie végétale, placé directement sous la dépendance de la lumière.

» Et j'ai été ainsi conduit à entreprendre cette année une campagne nouvelle dont le plan a consisté dans la détermination de la composition diurne et de la composition nocturne des diverses parties de la plante.

» Répétée huit fois pendant la saison, cette double détermination m'a fourni des résultats importants.

» A la souche et au chevelu appartiennent, comme le montrent les Tableaux d'analyses insérés dans mon Mémoire, des compositions diurne et nocturne identiques; il en est de même encore pour les pétioles, mais il en est autrement pour les limbes et, dans ceux-ci, on voit la proportion du produit capital, c'est-à-dire du saccharose, varier, entre le soir et le matin, du double au simple, quelquefois même s'abaisser davantage.

» Le Tableau ci-après en apporte la démonstration.

Composition diurne et nocturne des feuilles de betteraves.

	19 JUIN.		3 JUILLET.		8 AOUT.		6 SEPT.		20 SEPT.		26 SEPT.		4 OCTOBRE.		9 OCTOBRE.	
	Temps froid et pluvieux.		Temps brumeux et pluie.		Temps chaud et lumineux.		Temps mauvais et pluvieux.		Pluie avec éclaircies.		Temps beau et lumineux.		Temps extrêmement sombre et pluie.		Temps froid, mais beau et lumineux.	
	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.
	4 h. soir.	3 h. matin.	4 h. soir.	3 h. matin.	4 h. soir.	3 h. matin.	4 h. soir.	3 h. matin.	4 h. soir.	4 h. matin.	4 h. soir.	5 h. matin.	4 h. soir.	5 h. matin.	4 h. soir.	4 h. matin.
Limbes avec nervures secondaires.																
Eau.............	89,44	90,97	89,18	90,80	86,66	84,58	87,13	86,60	"	"	"	"	"	"	85,58	88,06
Matières solubles.																
Saccharose.......	0,44	0,22	0,34	0,16	0,97	0,57	0,67	0,30	0,61	0,36	0,94	0,23	0,40	0,50	0,50	0,12
Sucres réducteurs.	0,53	0,63	0,76	0,64	2,00	2,83	1,41	1,36	2,78	2,43	2,50	2,63	3,30	3,36	3,01	2,97
Matières organisées indéterminées [1].	4,37	3,12	3,67	3,14	3,63	"	4,73	3,96	"	"	"	"	"	"	4,30	3,10
Matières minérales.	2,17	2,13	2,40	2,34	2,26	"	2,94	2,88	"	"	"	"	"	"	1,17	1,01
	7,51	6,10	7,17	7,01	8,86	"	9,75	9,50	"	"	"	"	"	"	8,98	7,20
Matières insolubles.																
Pulpe ligneuse....	2,22	2,45	2,11	1,74	3,71	3,50	2,61	3,09	"	"	"	"	"	"	4,84	4,34
Matières minérales.	0,83	0,48	0,54	0,37	0,77	0,50	0,31	0,81	"	"	"	"	"	"	0,60	0,56
	3,05	2,93	2,65	2,11	4,48	4,00	3,12	3,90	"	"	"	"	"	"	5,44	4,74
Rapport du saccharose à 100 de glucose.																
	$\frac{82,8}{100}$	$\frac{34,5}{100}$	$\frac{45,0}{100}$	$\frac{24,5}{100}$	$\frac{48,5}{100}$	$\frac{20,0}{100}$	$\frac{44,6}{100}$	$\frac{22,0}{100}$	$\frac{22,0}{100}$	$\frac{15,6}{100}$	$\frac{37,6}{100}$	$\frac{8,8}{100}$	$\frac{12,0}{100}$	$\frac{14,0}{100}$	$\frac{16,6}{100}$	$\frac{4,2}{100}$

[1] Ont été évaluées simplement par différence entre l'extrait sec et les matières solubles dosées.

» Des nombres inscrits dans ce Tableau il résulte :

» 1° Que les quantités de sucre réducteur contenues dans les limbes sont, à une date donnée, sensiblement les mêmes au déclin du jour et à la fin de la nuit. On les voit seulement augmenter au fur et à mesure qu'avance le développement de la plante.

» 2° Que les quantités de saccharose contenues dans les limbes, indépendantes de l'âge du végétal, se montrent, au contraire, intimement dépendantes de la quantité de lumière que la plante a récemment reçue. Si la journée a été lumineuse, ces quantités se montrent considérables à la fin du jour; quelquefois elles atteignent près de 1 pour 100; si la journée a été sombre, elles sont moindres. Mais qu'elles soient abondantes ou

faibles, on voit, dans tous les cas [1], la plus grande partie du saccharose formée dans le jour disparaître pendant la nuit. Le plus souvent, la disparition est de moitié, quelquefois elle est plus marquée encore.

» 3° Que la composition des pétioles joints aux nervures médianes ne semble pas, sous les mêmes influences, subir de modification sérieuse; les variations proportionnelles du saccharose et du glucose y sont trop faibles pour qu'on puisse y voir autre chose que des écarts accidentels.

» De ces résultats, comme aussi de ceux que m'a fournis l'analyse aux mêmes moments des autres parties de la plante, il semble permis de conclure que, formé directement dans les limbes sous l'influence de la lumière, le saccharose est ensuite, à travers les pétioles, transporté jusqu'à la souche où il s'emmagasine peu à peu.

» Et, comme d'ailleurs on voit, avec l'âge, le bouquet des feuilles augmenter de poids en conservant sensiblement la même teneur en matières minérales, il n'est peut-être pas téméraire d'admettre qu'à travers les tissus de la plante s'accomplit constamment un double mouvement osmotique en sens opposé, d'où résulte l'apport à la feuille de matières minérales empruntées au sol, l'apport à la souche de saccharose développé dans la feuille sous l'influence de la lumière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Le chlore fixé sur le carbone subit, de la part de l'oxygène, une influence considérable dans son aptitude réactionnelle; on sait en effet combien diffèrent l'un de l'autre, quant à leur action sur divers composés hydrogénés et métalliques, tels que l'eau, l'ammoniaque, les alcools, les alcalis, etc., les chaînons correspondants

$$\overset{|}{H^2C}-Cl, \text{ éther haloïde primaire,} \quad \overset{|}{OC}-Cl, \text{ chlorure acide.}$$

» Le chlorure d'acétyle monochloré $\begin{matrix} H^2CCl, \\ | \\ OCCl \end{matrix}$ qui les renferme réunis et soudés dans une même molécule est, sous ce rapport, un corps du plus haut intérêt.

» Cette influence est évidemment à son maximum dans le chaînon

---

[1] Parmi les observations faites, celle du 4 octobre seule, correspondant à un temps extrêmement sombre et pluvieux, peut laisser des doutes.

$\underset{|}{OC}$ – Cl, chlorure acide, où ces éléments, Cl et O sont fixés sur le même atome de carbone et se trouvent par conséquent, au sein de la molécule totale, dans le plus étroit voisinage. Le rayon d'activité de l'oxygène sur le chlore [1] n'est cependant pas restreint dans cette limite ; il s'étend au delà de l'atome du carbone sur lequel il est attaché.

» C'est ce que je me propose de montrer à l'aide de l'*acétate d'éthyle bichloré biprimaire*

$$\left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ ClCH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O.$$

» J'ai obtenu cet acétate par la réaction du chlorure d'acétyle monochloré sur le glycol monochlorhydrique

$$\begin{matrix} ClCO \\ | \\ ClCH^2 \end{matrix} + \begin{matrix} ClCH^2 \\ | \\ (HO)CH^2 \end{matrix} = \left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ ClCH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O + HCl.$$

» Outre qu'elle est aisée et rapide [2], cette réaction a le merite de fournir un produit d'une structure certaine. Il le fallait; elle montre encore une fois de plus la différence qui existe dans leur action sur un chaînon alcool primaire $HO - CH^2$, entre les deux chaînons $ClCH^2$ et $Cl - CO$.

» Ainsi préparé, l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire constitue un liquide incolore d'une limpidité parfaite, quelque peu épais, d'une faible odeur piquante, d'une saveur brûlante, ne s'altérant pas à la lumière. Sa densité à 10°,6 est 1,3217 (par rapport à l'eau à la même température); il bout sans décomposition à 197°-198° (non corrigé), sous la pression ordinaire. Il est insoluble dans l'eau.

---

[1] Si l'oxygène modifie le chlore par son voisinage, il est modifié à son tour par celui-ci; l'action si différente dans son énergie de $PhCl^5$ sur les chaînons correspondants $\underset{|}{HCO}$, aldéhyde et $\underset{|}{ClCO}$, chlorure acide, montre bien, à elle seule, combien est profonde la modification que détermine, dans la nature de l'oxygène, la présence d'un atome de chlore, au lieu d'un atome d'hydrogène.

Cette action réciproque de l'*oxygène* et du *chlore* constitue, à mon sens, un saisissant exemple de cette influence qu'exercent les uns sur les autres les éléments ou radicaux fixés sur le squelette de carbone des composés organiques; c'est là le fait que j'ai cru pouvoir désigner, dans son ensemble, sous le nom de *solidarité fonctionnelle*. (Voir mon Mémoire sur deux types distincts d'oxydes glycolliques, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIX, 5e série, p. 543.)

[2] L'éther *acétique bichloré biprimaire* a été signalé pour la première fois en 1878 par MM. Mulder et Bremer (*Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. XI, p. 1958) comme étant le produit principal de l'action de l'anhydride hypochloreux Cl^2O sur l'éthylène. Cette réaction, fort intéressante en elle-même, n'est évidemment pas une méthode pratique pour obtenir ce corps.

» Entre autres réactifs, l'iodure de sodium permet de montrer la différence qui existe, en ce qui concerne le chlore, entre les deux systèmes $ClCH^2 - CH^2$ et $ClCH^2 - CO$ qui, réunis par l'oxygène, constituent ce corps.

» L'acétate d'éthyle bichloré fait aisément la double décomposition avec l'iodure de sodium en solution alcoolique; la réaction est complète après un échauffement de quelques instants, précipitation abondante de chlorure sodique; mais, circonstance bien remarquable, alors même que l'on emploie de l'iodure de sodium en quantité suffisante, deux molécules et même au delà, un seul des atomes de chlore est atteint et remplacé par de l'iode.

» Il résulte de là de l'*acétate d'éthyle chloro-iodé* $C^4H^6(ClI)O^2$.

» Celui-ci constitue un liquide huileux, plus épais encore que le produit simplement chloré, incolore, mais brunissant à la lumière, comme tous les dérivés iodés; il est insoluble dans l'eau et beaucoup plus dense qu'elle; sa densité à 18° est égale à 1,9540; ce composé n'est pas distillable; chauffé, il passe vers 240° en se décomposant fortement, avec mise en liberté d'iode. Comme les éthers de l'acide iodo-acétique, il excite à un haut degré le larmoiement. L'iode y est placé dans le groupe acétique, c'est-à-dire dans le voisinage de l'oxygène. Pour m'en assurer complètement, je me suis adressé aux produits de la décomposition de cet éther.

» Si c'est l'*iodo-acétate d'éthyle monochloré primaire* $\left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ I\ CH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O$, il doit fournir en s'hydratant du glycol monochlohydrique et de l'acide iodo-acétique.

» L'eau décompose aisément ce composé, il suffit de le chauffer pendant quelque temps dans un appareil à reflux, avec quelques fois son volume de ce liquide, pour le faire disparaître complètement; mais l'acide iodo-acétique est trop instable et se détruit en grande partie avec mise en liberté d'iode; je n'ai pu retirer de cette liqueur brune qu'une certaine quantité de glycol monochlorhydrique.

» J'ai préféré agir, pour m'éclairer sur la nature de cet éther chloro-iodé, sur le dérivé correspondant chlorobromé, plus stable.

» L'*éther acétique chlorobromé* $C^4H^6ClBrO^2$ s'obtient aisément en expulsant du précédent l'iode par le brome; on opère sous l'eau et l'on emploie pour chaque atome d'iode déplacé une molécule de brome. On se débarrasse de l'iode et de l'excès de brome par le sulfite acide de potassium. J'ai constaté que la potasse caustique détruit aisément le produit chlorobromé formé.

» L'*éther chromobromé*, ainsi préparé, constitue, lui aussi, un liquide

incolore, stable à la lumière, quelque peu visqueux, d'une faible odeur, excitant aussi le larmoiement, d'une saveur brûlante, insoluble dans l'eau et plus dense qu'elle; sa densité à 11°,4 est égale à 1,6499. Il bout en se décomposant légèrement à 213°-215°, sous la pression ordinaire; le produit qui passe est plus ou moins coloré en brun; l'agitation avec un globule de mercure le décolore complètement.

» Chauffé avec plusieurs fois son volume d'eau, dans un appareil à reflux, l'éther acétique chlorobromé se dissout totalement après environ une heure et demie. J'ai pu retirer sans difficulté de cette liqueur parfaitement claire du *glycol monochlorhydrique* (ébull., 128°-130°; densité de vapeur, 2,72; calculée, 2,78) et de l'acide monobromo-acétique.

» Il n'y a donc nul doute à conserver sur la nature et la constitution de ces éthers acétiques mixtes : ce sont les dérivés *iodo* et *bromo* acétiques du glycol *monochlorhydrique,* ainsi que le représentent les formules

$$\left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ I\ CH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O \quad \text{et} \quad \left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ I\ CH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O.$$

» En présence de l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire, l'iodure de sodium manifeste donc une préférence *exclusive* pour le chaînon $ClCH^2$ voisin de CO dans le fragment acétique de la molécule.

» Cette réaction montre à l'évidence que l'influence de l'oxygène s'étend sur le chlore fixé sur l'atome de carbone immédiatement voisin.

» J'ai des raisons de croire que cette influence ne s'étend pas ou ne s'étend guère au delà; c'est ce que je me propose de démontrer dans une Communication ultérieure à l'aide du *propionate d'orthopropyle bichloré biprimaire*

$$\left.\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ ClCH^2\text{-}CH^2\text{-}CO \end{matrix}\right\rangle O. \text{ »}$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Des conditions propres à accélérer l'oxydation des huiles siccatives.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Peligot.

« L'étude de l'action exercée par quelques métaux, pris à l'état divisé, sur les huiles siccatives m'a montré que la siccativité était notablement augmentée quand on emploie le plomb, et l'était encore, mais à un degré moindre, quand on fait usage du cuivre; les autres métaux, que l'on peut obtenir par précipitation de leurs dissolutions salines, ne m'ont donné que des résultats peu intéressants. On sait, d'autre part, que l'industrie obtient

les huiles au maximum de siccativité en faisant agir, concurremment avec le minium ou la litharge, le manganèse pris de préférence à l'état de borate. Ces considérations m'ont conduit à tenter d'introduire dans les huiles siccatives, soit le manganèse, soit les différents métaux dont je voulais étudier l'influence, sans les prendre directement à l'état de division.

» On peut réaliser ces conditions en faisant agir sur une huile siccative lithargyrée d'après les procédés ordinaires ou traitée par le plomb divisé, comme je l'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus*, 22 janvier 1883), une solution saline qui, par double décomposition, donne naissance à un sel de plomb insoluble. Si, par exemple, on agite de l'huile traitée par le plomb divisé et contenant, par suite, du plomb en dissolution, avec une dissolution de sulfate de zinc, on obtient une huile qui ne contient plus trace de plomb, mais dans laquelle il est au contraire facile de déceler la présence du zinc; de même, en employant du sulfate de manganèse, du sulfate de cuivre, etc., on obtient des huiles débarrassées de toute trace de plomb et dans lesquelles celui-ci est remplacé par le manganèse, le cuivre, etc.

» J'ai fait de nombreux essais, en opérant par cette voie détournée, et j'ai constaté les résultats suivants, au point de vue de la dessiccation plus ou moins rapide, à l'air, de l'huile obtenue : Si l'on part d'une huile à base de plomb, qui, étalée en couche mince sur une lame de verre, sèche en vingt-quatre heures, on obtient, en substituant le manganèse au plomb, une huile qui, placée dans les mêmes conditions, sèche complètement en cinq ou six heures; en substituant au plomb le cuivre, le zinc, le cobalt, l'huile obtenue ne sèche qu'en trente à trente-six heures; enfin les huiles obtenues en substituant au plomb le nickel, le fer, le chrome, etc., ne sont complètement sèches qu'après quarante-huit heures.

» Lorsqu'on fait agir, dans ces conditions, la solution saline, du sulfate de manganèse, par exemple, on obtient une émulsion dont l'huile ne se sépare que difficilement, et il y a lieu de chauffer légèrement, à la fin de l'opération, pour effectuer le départ de l'huile. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai eu la pensée d'opérer directement sur l'huile à base de plomb, en employant du sulfate de manganèse solide et finement pulvérisé; dans ces conditions, en agitant pendant quelque temps à froid, on arrive à substituer complètement le manganèse au plomb, et l'huile obtenue possède une siccativité excessivement énergique; une simple décantation suffit alors pour obtenir l'huile parfaitement limpide. Enfin, comme il était à prévoir, les deux traitements par le plomb divisé et le sel peuvent être faits simulta-

nément; cependant, dans ce cas, l'huile contient généralement, non pas uniquement du manganèse, mais aussi du plomb.

» Quelle est l'explication de ces faits? Si l'on agite de l'huile de lin crue avec du sulfate de manganèse solide, il n'en résulte aucun changement dans le degré de siccativité, mais on constate que l'huile a dissous une certaine quantité du sel. Si, au contraire, au lieu de prendre de l'huile crue, on prend de l'huile contenant du plomb en dissolution, il se produit une double décomposition, avec substitution du manganèse au plomb contenu dans l'huile et précipitation d'un sel de plomb insoluble. C'est une réaction semblable que l'on exécute inconsciemment dans l'industrie, lorsqu'on fait intervenir le borate de manganèse.

» Quel que soit le procédé employé pour introduire le manganèse dans une huile siccative, on obtient, ainsi que je l'ai dit, une huile qui, exposée à l'air en couche mince, se solidifie rapidement en cinq ou six heures; cependant, si l'on veut produire ainsi la solidification en masses épaisses, l'opération demande des mois entiers, à température ordinaire. Au début de l'expérience, on voit l'huile s'épaissir; mais bientôt il se forme à la surface une pellicule qui préserve la masse de l'oxydation; vient-on à détruire cette pellicule au fur et à mesure de sa formation, on voit l'absorption d'oxygène continuer; mais on arrive difficilement à une solidification complète. Si l'on fait intervenir la chaleur, l'action est plus rapide, mais il faut encore un temps très long pour obtenir une solidification complète.

» Plusieurs industries importantes, ayant aujourd'hui trouvé des applications intéressantes aux huiles ainsi solidifiées, sont obligées, pour les fabriquer, soit d'exposer à l'air des huiles étendues en couche mince et de répéter cette opération jusqu'à épaisseur suffisante, soit d'employer des agents chimiques qui deviennent gênants lors de la mise en œuvre du produit obtenu. J'ai cherché à obtenir des huiles ainsi solidifiées en masse dans un temps relativement court et sans addition d'aucune substance étrangère.

» L'expérience montre que l'action de la chaleur active la dessiccation de l'huile, ce qui peut s'expliquer par une double action; d'une part, l'huile devenant plus fluide, l'oxygène pénètre mieux la masse; d'autre part, l'oxydation est accélérée, comme on le constate, en exposant comparativement à l'air, à température ordinaire et à 50°-60°, de l'huile étendue en couche mince.

» J'ai pensé alors à augmenter artificiellement la fluidité de l'huile par l'emploi d'un dissolvant convenable : en prenant, par exemple, parties

égales d'huile manganésée et de benzine et en agitant, en vase clos, ce mélange avec de l'air, on constate qu'une absorption rapide d'oxygène se produit, absorption qui est activée par l'emploi d'une chaleur modérée de 40°-50°. Si l'on renouvelle l'air, de manière à fournir la quantité d'oxygène nécessaire pour produire l'oxydation complète de l'huile, quantité qui, comme je l'ai montré dans un travail précédent, ne représente pas moins de 14 à 15 pour 100 du poids de l'huile employée, on voit bientôt le mélange s'épaissir, et si l'on vient finalement à le soumettre à la distillation, on obtient, après séparation du dissolvant, un produit qui, par refroidissement, se prend en un corps solide, bien sec et parfaitement élastique. On comprend, en outre, qu'on puisse, en ne poussant pas l'opération jusqu'à sa limite extrême, obtenir telle absorption d'oxygène que l'on jugera convenable et donner ainsi naissance à des produits, soit liquides, soit plus ou moins épaissis, intermédiaires entre l'huile mise en expérience et l'huile solide à son maximum d'oxydation. Ce dernier produit est caractérisé par son élasticité remarquable, par son absolue insolubilité dans l'eau, l'alcool, l'éther, par sa saponification presque instantanée, à froid, au moyen de la potasse. Si, après saponification, on cherche à extraire les acides gras, on constate que les acides gras solides ne sont pas modifiés, tandis qu'au contraire l'acide gras liquide a presque complètement disparu, en donnant naissance à des produits visqueux, caractérisés par leur solubilité dans l'eau et les divers sels qu'ils peuvent former. Je me propose, du reste, d'étudier ces produits et de rechercher dans quelles limites ils varient suivant l'huile employée. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Du cuivre contre les maladies infectieuses et de l'innocuité absolue des poussières professionnelles de ce métal.* Note de **M. V. Burq**, présentée par M. Bouley.

« Des dénégations ont été opposées, dans ces derniers temps, à l'opinion que j'ai soutenue, en m'appuyant sur de nombreuses statistiques, que le cuivre possédait des propriétés prophylactiques certaines contre un certain nombre de maladies infectieuses et, tout particulièrement, contre le choléra.

» A ces dénégations, je demande la permission de répondre, devant l'Académie, par les résultats que m'ont donnés de nouvelles enquêtes auxquelles je me suis livré.

» 1° Il y a à Paris un millier environ d'ouvriers orfèvres en métal blanc

ou alfénide, dans la composition duquel entrent, avec le cuivre, le nickel et le zinc dans la proportion de $\frac{1}{8}$ à $\frac{2}{5}$. Il résulte d'un état dressé par les soins de M. Christophle, qui occupe six cents ouvriers à cette orfèvrerie, que sur 1745 maladies diverses relevées parmi ces ouvriers depuis 1876, il n'y a pas eu un seul cas d'affections épidémiques au compte des tourneurs, des monteurs et des polisseurs. Le Tableau indique seulement deux cas de fièvre typhoïde, un chez un graveur et l'autre chez un ciseleur; et pour la variole, deux cas chez des ciseleurs et un chez un graveur : *cinq* en tout.

» Dans toutes les autres fabriques d'alfénide de Paris, mes informations directes auprès des chefs et des ouvriers m'ont donné les mêmes résultats.

» Pour recueillir les faits relatifs aux ouvriers en cuivre et en bronze, j'ai adressé un questionnaire aux industriels qui mettent en œuvre le cuivre et le bronze sur la plus vaste échelle. Toutes les réponses que j'ai obtenues sont concordantes : les ouvriers en cuivre sont, pour la très grande majorité, exempts des maladies épidémiques : choléra, fièvre typhoïde, variole.

» La Société dite du *Bon-Accord*, fondée depuis 1819 et comptant, en moyenne, de 300 à 400 ouvriers en bronze (tourneurs, monteurs et ciseleurs), a des registres très bien tenus, qui font foi de l'immunité de ces ouvriers à l'endroit des maladies épidémiques.

» Dans les épidémies sévères de fièvre typhoïde qui ont apparu à Paris en 1876-77 et en 1882-83, les enquêtes que j'ai faites, avec les statistiques municipales en main, m'ont démontré que, sur les 5000 victimes de cette maladie, il n'y en avait que quatre qui appartinssent à la population des ouvriers en cuivre, dont le chiffre s'élève à environ 30 000.

» J'ai affirmé, d'après les documents officiels que j'avais recueillis sur les chaudronniers de Villedieu, que ces ouvriers avaient été préservés du choléra en 1832 et en 1849. J'ai produit, dans son temps, la lettre du maire de cette ville attestant que, à ces deux dates, *aucun cas de choléra* ne s'était manifesté sur les trois cent cinquante ouvriers employés à l'industrie du cuivre dans cette ville.

» Il paraît, d'après les renseignements renfermés dans une Note communiquée à l'Académie de Médecine, le 13 novembre dernier, par M. Vulpian, que depuis les choses avaient changé et que, dans ces derniers temps, la fièvre typhoïde et la variole auraient sévi sur les chaudronniers de Villedieu. Mais il résulte, des renseignements qu'a bien voulu me transmettre le maire actuel de cette localité, que ces maladies se sont surtout attaquées

aux maisons très denses en population, rapprochées de canaux et de bouches d'égout, où les conditions se trouvent réunies pour que l'immunité professionnelle des ouvriers en cuivre soit surmontée. Ce fait s'est produit également à Bornel, où existe une fabrique d'orfèvrerie en métal blanc. Tandis que les ouvriers de la succursale de cette fabrique, à Paris, étaient épargnés par les influences épidémiques aussi bien que les ouvriers d'une usine rivale, celle d'Ercuis, *voisine* mais hors de l'influence du cours d'eau dont le nom va suivre, ceux de Bornel y cédaient par suite des conditions hygiéniques détestables auquelles ils sont soumis, de par une rivière infecte, l'Esche, sur les bords de laquelle est située l'usine et dont ils boivent l'eau!

» L'influence des poussières dans les ateliers où l'on manipule les vieux cuivres est affirmée inoffensive par tous les chefs d'industrie. De fait, les statistiques des hôpitaux témoignent que le cuivre n'a pas sa *maladie* comme le plomb, et, à la Préfecture de police, le registre où sont inscrits tous les accidents d'empoisonnements qui lui sont dénoncés a sa page blanche à l'endroit du cuivre.

» En résumé, les dernières enquêtes que j'ai faites me conduisent à formuler ces conclusions : que l'immunité cuprique professionnelle est *certaine* pour le choléra et *probable* pour d'autres maladies infectieuses, notamment la fièvre typhoïde. L'espérance est donc autorisée que la médication cuprique peut fournir des ressources pour le traitement prophylactique et curatif de ces maladies. Quant aux meilleures voies et moyens, surtout pour la prophylaxie, l'expérience n'a point encore prononcé, et je ne saurais trop redire que, sur ce point aussi bien que sur d'autres questions relativement à l'immunité cuprique professionnelle, de nouvelles études sont nécessaires. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Construction de la ceinture scapulo-claviculaire dans la série des Vertébrés.* Note de M. A. LAVOCAT.

« Lorsque l'arc scapulo-claviculaire est complètement développé, il est formé de trois pièces, disposées en forme d'Y renversé. L'omoplate est prolongé inférieurement, en avant, par le coracoïde et, en arrière, par la clavicule. Ces deux dernières pièces prennent appui sur le sternum et sont reproduites symétriquement, mais en sens inverse, dans l'arc iliaque, c'est-à-dire le coracoïde par l'ischium et la clavicule par le pubis.

» Ce type de construction n'est entièrement établi que dans certains Vertébrés, tels que quelques Reptiles, la plupart des Oiseaux et les Mono-

trèmes. Chez les autres, l'arc scapulaire n'est pas au complet, soit parce que le coracoïde n'est pas encore développé, soit parce qu'il y a réduction du coracoïde et de la clavicule.

» Dans la série des Vertébrés, l'évolution de la ceinture scapulo-claviculaire est progressive des Poissons aux Reptiles, aux Oiseaux et aux Mammifères. Chez tous, les éléments constitutifs de cette ceinture sont les mêmes, et, malgré leurs formes différentes, ils doivent être désignés par des noms semblables, dans les diverses classes de la série.

» Chez les Poissons, l'épaule est généralement constituée par une forte pièce cartilagineuse ou osseuse, arquée ou réunie inférieurement à l'opposée. D'après les anatomistes de ce siècle, cet arc est, pour les uns, une omoplate et, pour les autres, une clavicule ou un coracoïde. En réalité, il est composé d'une omoplate et d'une clavicule, qui ne sont pas encore séparées, mais à noyaux primitifs distincts, et dont le point de jonction est indiqué par la cupule où se fixe la tête de l'humérus, par exemple, chez les Gades, les Carpes, etc.

» Chez les Amphibiens inférieurs, la construction de l'épaule débute, comme dans les Poissons, par des formes élémentaires, puis elle se développe graduellement. La transition est établie par le Lépidosiren, dont l'arc scapulaire est formé d'une seule pièce, représentant, comme chez les Poissons, l'omoplate et la clavicule non encore divisées.

» Un premier progrès se dessine, chez les Protées et les Salamandres, en ce que l'omoplate et la clavicule sont distinctes et concourent à former une cavité glénoïde, où s'articule l'os du bras; mais il n'y a pas encore de coracoïde. Cette forme persiste chez les Caméléons et les Crocodiles.

» Chez les Lézards, le coracoïde apparaît : il est distinct, en forme de tige mince, au devant de l'omoplate, pourvue d'un large épiscapulum et de la clavicule, forte et recourbée en arrière; inférieurement, il s'appuie sur l'épisternum, en avant de la clavicule.

» Dans les Batraciens, le coracoïde, plus fort et mieux constitué, concourt, avec l'omoplate et la clavicule, à former la cavité glénoïde; il prend appui sur le sternum, dont un prolongement en pointe s'applique sur son bord postérieur.

» Dans les Tortues, le coracoïde et la clavicule concourent encore, avec l'omoplate, à former la cavité glénoïde. Allongés et cylindroïdes, ces deux os descendent en divergeant; le coracoïde s'appuie, en avant, sur l'épisternum, et la clavicule se fixe, en arrière, sur l'entosternal.

» Dans les Ouvrages des zoologistes français et étrangers, la clavicule

des Reptiles est nommée *coracoïdien;* quant au véritable coracoïde, il est désigné sous le titre de *clavicule* ou de *précoracoïde*.

» Chez les Oiseaux, l'évolution de l'arc scapulo-claviculaire est progressive; elle débute par la forme simple que présentaient les grands Sauriens de l'époque secondaire. Les Oiseaux primitifs, comme l'Archéoptéryx, étaient marcheurs; leur épaule n'avait pour base que l'omoplate et la clavicule; le coracoïde était nul ou rudimentaire. Cette construction, qui se retrouve chez l'Aptéryx, rappelle à la fois celle des Salamandres et des Crocodiles.

» Elle se modifie, chez l'Autruche et les autres Oiseaux coureurs, par le développement du coracoïde, qui, situé en avant, ne participe pas à la cavité glénoïde; appuyé en bas sur le sternum, il laisse un trou ovale entre lui et la clavicule, à laquelle il se soude rapidement, ainsi qu'à l'omoplate.

» A mesure que les Oiseaux deviennent plus aptes au vol, une nouvelle modification se produit : le coracoïde, toujours situé en avant, s'amincit en tige courbe; fixé en haut par des ligaments à l'omoplate et à la clavicule, il se soude ordinairement à l'opposé par son extrémité inférieure, qui s'attache à la partie antérieure du sternum ou de la carène. Les coracoïdes sont faibles, et ne se rejoignent pas dans les Perroquets et quelques Pigeons; mais, en général, leur développement, comme celui des clavicules, est en harmonie avec la puissance du vol. Allongés, flexibles et en forme de V, par exemple dans les Passereaux et les Gallinacés, ils sont plus forts et en forme de U chez les Oies et les Aigles.

» La confusion qui règne, en Zoologie, entre la clavicule et le coracoïde, procède d'une appréciation inexacte de l'épaule des Oiseaux. On n'a pas tenu compte des principes qui règlent les rapports des organes, et, bien que le coracoïde des Mammifères soit évidemment situé en avant de la clavicule, on désigne la clavicule des Oiseaux sous le titre de *coracoïdien*, et le coracoïde ou os furculaire reçoit le nom de *clavicule*. Cette détermination défectueuse a été appliquée aux Reptiles pourvus de clavicule et de coracoïde, tels que les Lézards, les Grenouilles et les Tortues.

» Chez les Mammifères, l'arc scapulo-claviculaire présente de nombreuses variétés, s'adaptant aux fonctions diverses des membres antérieurs.

» Les Monotrèmes se rapprochent plus des Lézards que des Oiseaux, par leur omoplate élargie, par leur clavicule forte et concourant à la cavité glénoïde, ainsi que par leur coracoïde mince, qui descend du haut de l'omoplate et au devant d'un prolongement de l'épisternum. Ici encore, les zoologistes donnent à la clavicule le nom de *coracoïde*, et au coracoïde celui de *clavicule*.

» Chez quelques Marsupiaux, tels que les Sarigues, l'épaule présente à peu près les mêmes caractères que dans les Monotrèmes; la principale modification consiste en ce que le coracoïde, plus court et plus fort, s'appuie sur l'angle inférieur de l'omoplate; mais, en général, dans les Marsupiaux, souche commune des différents Mammifères, les dispositions variées de l'arc scapulaire indiquent les modifications qui se feront remarquer chez leurs descendants. L'omoplate élargie porte une arête longitudinale, dite épine, prolongée ou non en acromion; le coracoïde est généralement réduit à l'état d'apophyse soudée en bas et en avant de l'omoplate; la clavicule se sépare de la cavité glénoïde et prend appui sur l'acromion, lorsqu'elle est complète; mais elle peut être incomplète ou nulle.

» Ces mêmes caractères se reproduisent dans la série des Mammifères, qui peut se diviser en trois principales branches : la première, sans clavicules, comprend les Édentés, les Ongulés, les Amphibies et les Cétacés ; la deuxième, à clavicules imparfaites, est composée de presque tous les Carnassiers et de quelques Rongeurs; et la troisième, à clavicules complètes, se subdivise en deux rameaux : l'un est constitué par la majorité des Rongeurs, par les Insectivores et les Cheiroptères; l'autre est formé par les Quadrumanes et par l'Homme.

» Ici, la clavicule, articulée en haut avec l'acromion et appuyée en bas sur le sternum, est, comme d'ordinaire, située en arrière du coracoïde.

» En conséquence de la conformité organique, il doit en être de même chez les Vertébrés ovipares; et il n'est pas possible que, dans ces animaux, la clavicule devienne antérieure au coracoïde. Il y a donc lieu de réformer la nomenclature usuelle, qui semble admettre cette transposition d'organes, dans tous les cas où la clavicule et le coracoïde sont bien développés, c'est-à-dire, chez les Monotrèmes, les Oiseaux et les Reptiles. »

ZOOLOGIE. — *Sur le polymphorisme sexuel et larvaire des Sarcoptides plumicoles.* Note de MM. **E.-L. Trouessart** et **P. Mégnin**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI), M. Ch. Robin a fait connaître l'organisation et les formes principales des Acariens qui vivent dans les plumes des Oiseaux, et qu'on doit réunir dans une sous-famille spéciale des *Sarcoptidæ*, sous le nom d'*Analgesinæ*. Mais l'auteur, n'ayant étudié que des espèces indigènes, laisse forcément de côté beaucoup de faits, très importants au point de vue de

l'organisation générale de ce type, et que la connaissance des formes exotiques peut seule mettre en lumière.

» La sous-famille des *Analgesinæ* est très nombreuse en espèces et se subdivise naturellement en trois groupes secondaires, contenant chacun plusieurs genres, et que nous désignerons sous les noms de *Pterolicheæ*, *Analgeseæ* et *Proctophyllodeæ*, d'après le nom du genre le plus anciennement connu qui leur sert de type.

» Les Ptérolichés (*Pterolicheæ*) sont des Acariens aux formes robustes et dont les mâles, souvent très peu différents des femelles, ne présentent que très exceptionnellement une inégalité dans le développement des pattes postérieures. Ils vivent sur les oiseaux de grande taille (Autruches, Palmipèdes, Échassiers, Rapaces, Corvidés, Bucérotidés, etc.).

» Les Analgésés (*Analgeseæ*) constituent le groupe central et, pour ainsi dire, prototypique de la sous-famille. Les mâles sont remarquables par le développement souvent énorme des deux dernières paires de pattes (comme dans le nouveau genre *Protalges*), ou seulement de l'une des deux [*Analges*, Nitzch (ou *Dermalichus* des auteurs), et *Pteronyssus*]. On les trouve sur des oiseaux de tous les ordres, concurremment avec des espèces des autres groupes.

» Dans les deux groupes précédents, les femelles fécondées, après leur dernière mue, ont toujours l'abdomen entier et non lobé. Dans le troisième, au contraire, celui des *Proctophyllodés,* les femelles adultes présentent constamment, à l'extrémité de l'abdomen, *deux prolongements chitineux coniques,* de sorte que le caractère du groupe est tiré des femelles et non des mâles. Ceux-ci ont quelquefois la quatrième paire de pattes plus développée que les autres (genre *Alloptes,* Canestrini). Ce sont des Acariens généralement de petite taille, et qui vivent pour la plupart sur les Passereaux, quelques-uns sur les Échassiers et les Palmipèdes longipennes.

» L'espèce de *fourche* que les femelles ovigères portent à l'extrémité du corps a beaucoup intrigué les naturalistes, depuis l'époque (1842) où Kock les prenait pour des mâles. On a vainement cherché quel pouvait être le rôle fonctionnel de ces appendices si tardivement développés.

» Pour connaître leur véritable signification morphologique, il faut les étudier chez les espèces exotiques. Sur plusieurs espèces nouvelles de ce groupe, provenant des pays chauds, nous avons pu constater que *cette forme est essentiellement une forme larvaire :* les nymphes et même les larves, au sortir de l'œuf, ont déjà l'abdomen bifide. C'est ce que l'on voit sur plusieurs types parasites, soit des Oiseaux-Mouches (*Trochilidæ*) de l'Amérique

intertropicale, soit des Paradisiers (*Paradisea minor*) de la Nouvelle-Guinée. Sur une de nos préparations on voit nettement le mâle, déjà pourvu de ses organes génitaux, encore renfermé dans sa peau transparente de nymphe à abdomen fourchu, de sorte que, suivant les idées précédemment reçues, on croirait voir *un mâle sortant de la peau d'une femelle*.

» Cette forme n'est donc pas une *forme sexuelle*, mais une *forme larvaire*, et les *Proctophylladés* rentrent sous ce rapport dans la règle générale, d'après laquelle les femelles des Sarcoptides conservent plus ou moins leur forme de nymphe, les mâles seuls prenant une forme différente. Chez nos espèces indigènes, les femelles acquièrent à l'âge adulte, et par un phénomène d'atavisme, cette fourche abdominale que les jeunes ont perdue. On trouve, du reste, des intermédiaires, même parmi les espèces de notre pays : tel est le cas, par exemple, chez le *Pterodectes cylindricus* (Robin), dont les nymphes ont l'abdomen bifide, tandis que les larves l'ont simplement allongé et conique.

» Un polymorphisme plus singulier encore s'observe chez les mâles d'une espèce de *Pteroliché* qui devra former un genre à part sous le nom de *Bdellorhynchus* (*B. polymorphus*), et qui vit sur les Canards des genres *Erismatura*, *Querquedula* et *Spatula*. A côté de mâles à rostre normal, on trouve d'autres mâles dont les mandibules ont leurs deux onglets démesurément allongés. La forme de ces mandibules est assez variable, rappelant tantôt le bec mince des *Bdella*, tantôt les pinces plus robustes des Gamasses, ou même les grosses pattes des Homards. Les deux premières paires de pattes sont également très allongées. Seule la partie postérieure du corps est normale et identique dans les deux formes, la quatrième paire de pattes étant sous-abdominale, grêle et comme atrophiée. Les organes génitaux sont semblables, mais *les cupules copulatrices semblent un peu plus développées chez les mâles normaux*. Ce type se rapproche du *Pterolichus rostratus* (Buchh.) ou *Pt. falciger* (Robin et Mégnin); mais nous n'avons pu encore savoir à quelle particularité des mœurs de l'espèce se rattache ce dimorphisme des mâles, probablement unique jusqu'à présent parmi les Acariens.

» Les espèces et les genres nouveaux dont il est question dans cette Note seront décrits et figurés dans un Mémoire spécial qui est actuellement en préparation. Les recherches qui ont servi de base à ce travail ont été faites au Musée d'Histoire naturelle de la ville d'Angers. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose.* Deuxième Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Toutes les fois qu'on a réussi à faire prospérer un ferment ou une moisissure dans un milieu renfermant du sucre de canne, on a constaté que le premier acte de ces végétaux était le dédoublement du sucre en glucose et lévulose, acte auquel succède la destruction profonde des deux derniers sucres. Cette constatation a toujours été facile; car, dès le commencement de la végétation, le milieu renferme les produits de dédoublement et ces produits sont aisément caractérisés. D'ordinaire même on a pu analyser de plus près le phénomène et séparer du végétal le ferment amorphe auquel appartient la propriété inversive. Cela suffit pour définir les premiers rapports du sucre de canne avec la plante qu'il nourrit et expliquer comment il se fait que certaines moisissures qui ne sécrétent pas le ferment inversif ne peuvent se développer dans une solution de ce sucre.

» *A priori*, on doit supposer que l'utilisation des sucres du groupe *saccharoses* est sous l'empire de conditions analogues. Le *maltose*, par exemple, serait d'abord dédoublé, après quoi le glucose formé serait consommé par la plante. Or la fermentation du maltose par la levure de bière se déclare et s'achève sans qu'on puisse déceler dans la solution la présence du glucose. En outre, l'invertine séparée de la levure n'a pas d'action sur le maltose, en sorte que les apparences sont pour une fermentation directe dans laquelle manquerait la phase de dédoublement.

» Mais, entre autres suppositions contraires à cette hypothèse, on peut faire celle que, si le dédoublement n'est pas saisissable, c'est que, au lieu d'avoir lieu extérieurement, il se produit à l'intérieur de la cellule, et par le fait d'une proportion de ferment trop faible pour être séparée. Une telle supposition conduit à rechercher si, parmi les ferments et les moisissures, il n'y en a pas chez lesquels on peut saisir le dédoublement. Les détails qui suivent se rapportent à deux d'entre ces végétaux : le *ferment lactique* et l'*Aspergillus niger*.

» 1. *Ferment lactique*. — Après plusieurs essais infructueux pour isoler par les procédés ordinaires, dans la matière d'une fermentation lactique, une zymase dédoublant le maltose, je me suis décidé à borner mes recherches à l'analyse du liquide de fermentation, estimant que, si la première phase de l'action du ferment est le dédoublement du maltose, le

glucose formé pourrait être caractérisé et dosé dans ce liquide. En conséquence, j'ai déterminé une fermentation lactique avec du maltose comme matière sucrée, prenant toutes les précautions pour que cette fermentation fût exclusivement lactique et se continuât régulièrement. L'examen fait chaque jour comprit deux dosages pour la même prise d'essai : l'un direct, l'autre après traitement à 108° par l'acide sulfurique étendu. Étant donnés les pouvoirs réducteurs respectifs du maltose et du glucose, la comparaison des deux résultats indiquait si la matière sucrée restante était encore tout entière à l'état de maltose ou s'il s'était fait du glucose par dédoublement. J'ai ainsi constaté qu'ici, comme dans la fermentation alcoolique (voir *Comptes rendus*, 4 décembre 1882), la matière sucrée non encore fermentée était toujours du maltose sans trace appréciable de glucose.

» Ce résultat entraînait une recherche analogue avec le sucre de canne, recherche qui, à ma connaissance, n'a pas été faite. Il était intéressant, en effet, de s'assurer si la différence sur laquelle j'ai déjà insisté plusieurs fois, différence constatée entre le saccharose et le maltose en présence de la levure, se retrouverait vis-à-vis du ferment lactique. Or, en analysant chaque jour une fermentation lactique de saccharose régulière, j'ai pu constater qu'à aucun moment le liquide ne renferme de sucre réducteur : fait qui mène, comme pour le maltose, à l'hypothèse d'une fermentation sans interversion préalable.

» 2. *Aspergillus niger*. — 1° Le liquide de Raulin sur lequel s'était développée une culture d'*Aspergillus* ayant été soutiré, on le remplace par une solution de maltose à 3 pour 100. L'examen du liquide [1] a montré qu'il y avait :

	Matière sucrée à l'état de glucose, pour 100.
Après 24^h	38
Après 48^h	92
Après 72^h	95

Une solution de sucre de canne de même concentration était placée, à titre de comparaison, sous une culture d'importance à peu près égale. Le liquide renfermait en sucre interverti :

	Matière sucrée, pour 100.
Après 24^h	77
Après 48^h	100

---

[1] Les procédés de dosage et d'expérimentation seront exposés dans un Mémoire détaillé.

» 2° Dans une culture on remplace le liquide de Raulin par de l'eau distillée. S'il y a sécrétion d'une zymase, celle-ci entrera en dissolution. Après vingt-quatre heures de contact, on enlève l'eau et on l'essaye sur du maltose et du saccharose. Au bout de vingt-quatre heures, 35 pour 100 du maltose étaient dédoublés et le saccharose était en partie interverti.

» 3° Plusieurs cultures en pleine végétation sont traitées d'après les procédés employés à l'extraction des ferments solubles. On obtient une matière amorphe qu'on dissout et qu'on essaye sur du maltose et du saccharose.

	Maltose dédoublé, pour 100.	Saccharose, pour 100.
Après 24^h	47	»
Après 48^h	70	»

» En résumé, on voit que, pour le maltose, dans deux cas (fermentation alcoolique et lactique), rien n'indique qu'il y ait dédoublement antérieur à l'utilisation de la matière sucrée par le ferment. Dans un troisième (végétation de l'*Aspergillus*), non seulement le dédoublement se laisse surprendre, mais encore on peut séparer un mélange de ferments solubles agissant à la fois sur le saccharose et sur le maltose.

» A l'égard du sucre de canne, le ferment lactique fournit le premier exemple d'un ferment vivant dans une solution de ce sucre, sans qu'il y ait dans le liquide nourricier de sucre interverti. Peut-être est-ce le lieu de faire intervenir le fait sur lequel j'ai insisté dans ma première Note, à savoir que l'acide lactique et l'acide carbonique intervertissent le sucre de canne. La fermentation lactique, en effet, se faisant en présence du carbonate de chaux, il se dégage constamment de l'acide carbonique. De plus, les couches supérieures renferment toujours, en temps de repos, de l'acide lactique. On pourrait donc admettre que les deux phénomènes, développement du ferment d'une part et action chimique des acides d'autre part, sont dépendants l'un de l'autre.

» Enfin, il importe de faire rapprocher le dédoublement du maltose par l'*Aspergillus* de celui qui se passe dans l'intestin grêle, que ce dernier soit ou non produit par les infiniment petits. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Adapisorex, *nouveau genre de Mammifère de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. A. Gaudry.

« Parmi les pièces osseuses que j'ai recueillies durant ces dernières années dans les terrains éocènes inférieurs des environs de Reims, un certain nombre appartiennent à des Mammifères de fort petite taille, qui paraissent pouvoir être nettement caractérisés par la disposition de leur maxillaire inférieur et par la conformation de leur système dentaire.

» Je proposerai pour ce nouveau genre le nom d'*Adapisorex*, à cause des affinités qu'il me semble présenter à la fois avec les Adapidés tertiaires et avec certains Insectivores actuels.

» Un maxillaire inférieur, recueilli dans un état de conservation des plus satisfaisants, manque à peu près complètement d'apophyse coronoïde, de telle sorte que le condyle articulaire rejoint par un bord presque droit la série des alvéoles. L'angle de la mâchoire se prolonge en bas et en arrière par une partie acuminée sans inflexion interne.

» Les dents, pour chaque moitié de la mâchoire, étaient au nombre de dix; les deux incisives, fortement aplaties dans le sens transversal, étaient inclinées en avant. La canine était de dimension moyenne, d'après les indications fournies par l'étude de son alvéole.

» Les prémolaires étaient au nombre de quatre, trois de dimensions fort restreintes et la quatrième se faisant remarquer à la fois par son volume et par sa forme assez compliquée. Cette dent, qui dépasse comme dimension même les arrière-molaires, semble pouvoir bien caractériser à la fois le genre Adapisorex et ses différentes espèces. Elle se compose d'une moitié antérieure saillante, à la fois acuminée et tranchante, présentant sur sa face externe des denticules de forme variable. La moitié postérieure de la dent, dont la saillie est moins prononcée, a une dépression longitudinale, première trace de la cupule que nous offrent les arrière-molaires. Celles-ci, par leur forme générale, rappellent les mêmes dents du *Plesiadapis,* mais avec cette différence que les arrière-molaires de l'*Adapisorex* diminuent de volume d'avant en arrière et que la dernière de ces dents, de beaucoup la plus petite, ne présente aucune trace du talon, si développé sur la dernière molaire inférieure du *Plesiadapis*.

» Les dents supérieures rappelleraient également le genre *Plesiadapis* par suite du développement du denticule interne des molaires et de la dispo-

sition toute spéciale de la canine et des incisives. La première incisive contraste en effet par son développement avec les deux dents qui la suivent. Sa couronne est formée par plusieurs bandes d'émail qui, bien que restant unies, rappellent néanmoins les denticules si étranges du *Plesiadapis*. La deuxième incisive supérieure est beaucoup plus courte et plus arrondie. La canine est également très réduite dans ses dimensions et présente une racine assez épaisse et une couronne courte et conique qui rappellent la même dent des Lémuriens.

» Les dimensions variables des maxillaires recueillis et la forme bien caractéristique de la dernière prémolaire nous portent à admettre quatre espèces dans le nouveau genre rémois.

» L'*Adapisorex Gaudryi*, qui pourra servir de type, peut être caractérisé par le développement à la fois en longueur et en hauteur de sa dernière prémolaire, qui présente au niveau de son bord externe une série de sept denticules, trois sur la moitié antérieure, quatre sur la moitié postérieure. Ces derniers denticules se continuent en avant, au niveau du collet de la dent, avec une nouvelle série de quatre denticules. Les molaires se font également remarquer par les denticules nombreux qu'elles présentent autour de leur cupule et au niveau de leur collet.

» L'*Adapisorex Chevillionii* a des dents plus larges, plus quadrilatères, plus lisses sur leurs bords ; la quatrième prémolaire présente sur le côté externe de la moitié antérieure deux denticules accessoires qui donnent à cette partie de la dent un aspect comme tricuspidé.

» L'*Adapisorex remensis*, inférieur comme dimensions aux deux espèces précédentes, a une quatrième prémolaire formée d'un denticule antérieur assez volumineux et d'un denticule postérieur également simple, disposé sous forme d'un talon à bord antérieur tranchant. La cupule de la dernière arrière-molaire est entamée à la fois par un sillon transversal et par un sillon antéro-postérieur, ce qui tend à lui donner une apparence cruciforme.

» Nous désignerons la quatrième espèce sous le nom d'*Adapisorex minimus*; la série de ses dix dents n'atteint pas comme longueur $0^m,01$. Certaines de ces dents sont si réduites que la loupe devient presque nécessaire pour les apercevoir. Les denticules qui les surmontent sont si saillants et si acuminés que peut-être cette dernière espèce, plus complètement reconstituée, devra former un genre à part.

» Nous croyons pouvoir attribuer au genre *Adapisorex* plusieurs autres pièces osseuses recueillies dans le voisinage des maxillaires, et notamment

un métatarsien, un calcanéum, un humérus à perforation interne et un fémur bien caractérisé par la longueur et l'obliquité de son col et par le développement tout spécial de ses divers trochanters.

» Outre les affinités que le nouveau genre présente avec les genres *Plesiadapis* et *Protoadapis*, que nous avons déjà étudiés antérieurement dans la faune cernaysienne et dans la faune des sables à Térédines, il nous paraît également rappeler à certains égards le genre *Apheliscus*, étudié par M. Cope dans la faune éocène, si intéressante, qu'il a découverte dans le nouveau Mexique.

» Les incisives supérieures, que nous rapportons au nouveau genre rémois, ne laisseraient pas que de rappeler aussi le genre Bolodon de M. Owen ; ce serait là un nouveau lien entre la faune cernaysienne et la faune du calcaire de Purbeck. Nous avons déjà eu occasion de signaler dans de précédentes Communications les relations existant entre le *Neoplagiaulax* rémois et les divers *Plagiaulax* jurassiques d'Angleterre et d'Amérique. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la découverte du genre* Equisetum *dans le kimméridgien de Bellême (Orne).* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Chatin.

« Le genre *Equisetum*, dont les débris sont généralement caractéristiques pour les étages qui les renferment, n'avait pas encore été observé en France à un niveau aussi élevé des terrains jurassiques. Les fragments de Prêles que je dois à l'obligeance de MM. Guillier et Bizet proviennent des argiles kimméridgiennes de Bellême (Orne). Cet étage, étudié dans la carrière Guérin, repose sur les calcaires coralliens à *Diceras minor* et à *Nérinées*. On observe ensuite des couches peu épaisses de calcaire à *Ostrea deltoidea*, avec des alternances d'argiles, de calcaires et de sables. Vers la partie supérieure, il existe un banc d'argile jaunâtre, d'une épaisseur de $0^m,60$, dans lequel ont été recueillis les débris végétaux que nous possédons. Ce banc, limité inférieurement par un cordon de calcaire à *Astarte minima*, est surmonté d'une mince couche de sable argileux, d'une argile noirâtre violacé, avec traces de végétaux carbonisés, et d'un banc de calcaire compact à *Ostrea solitaria* et *Mytilus subpectinatus*. Le sommet de la carrière est recouvert d'une couche de calcaire compact en plaquettes.

» Les fragments d'*Equisetum* que nous venons d'étudier constituent trois tronçons d'une tige cylindrique comprimée, d'une longueur totale de $0^m,24$. Chaque tronçon a une épaisseur de $0^m,35$ environ. On y distingue très

nettement des sillons circulaires et transverses qui marquent l'endroit des diaphragmes. Ces sillons sont peut être dus au moulage des parois intérieures de la tige, après la destruction de la cloison. Les gaines n'ont pas été conservées sur nos échantillons, ce qui leur donne un aspect particulier. Mais, comme l'a judicieusement fait remarquer M. de Saporta : « les tiges » d'*Equisetum* étant fistuleuses, il est souvent arrivé que le sédiment, en pé» nétrant dans la cavité intérieure, s'est moulé sur les parois, de manière à » reproduire en relief une tige striée ou cannelée, divisée par des nœuds » qui correspondent aux diaphragmes, mais privés de gaines et plus analo» gues aux tiges de Calamites qu'à celles des vrais *Equisetum.* » Les entre-nœuds, à peu près égaux, ont une longueur de $0^m,025$; leurs côtes, plus ou moins égales, au nombre de trente-six à quarante, sont surtout marquées dans le voisinage des diaphragmes; il existe encore, indépendamment des côtes, de larges fossettes qui s'étendent d'un bout à l'autre de l'entre-nœud. Un des échantillons laisse voir distinctement le vestige d'un rameau qui partait d'un nœud de la tige. Cette cicatrice est rendue plus nette encore par la sinuosité du sillon correspondant au diaphragme; en cet endroit, le sillon s'incurve en suivant le contour de la base du rameau. Ainsi, la Prêle de Bellême, à l'exemple de la plupart de ses congénères de l'époque secondaire, aurait possédé des tiges simples, solitaires, nues ou munies de ramules peu nombreux.

» Notre plante ne présentait pas les dimensions de l'*Equisetum columnare* des schistes arénacés de la grande oolithe d'Angleterre; elle était aussi beaucoup moins robuste que l'*Equisetum arenaceum,* magnifique espèce qui caractérise si bien le Keuper. La tige de l'*Equisetum columnare* mesure un diamètre de $0^m,06$ et plus; chez l'*Equisetum arenaceum,* le même organe a de $0^m,13$ à $0^m,14$ [1]. Mais on peut dire que la Prêle de Bellême dépassait en grosseur les autres espèces observées en France, dans le rhétien et la grande oolithe (*E. Munsten, Pellati, Duvalii*).

» Nous proposons pour cette plante, que nous espérons figurer prochainement, le nom d'*Equisetum Guillieri.* »

---

[1] De même que l'*Equisetum giganteum* qui vit actuellement dans l'Amérique du Sud, l'*Equisetum arenaceum* pouvait atteindre une hauteur de 8^m à 9^m; mais, tandis que chez le premier la tige offre à peine une épaisseur de $0^m,02$ à $0^m,03$, cet organe, chez le second, mesurait un diamètre de $0^m,13$ à $0^m,14$.

GÉOLOGIE. — *Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Épinal.* Note de M. P. FLICHE.

« Dans une Note présentée à la séance du 10 mai 1875, j'ai soumis à l'Académie le résultat de mes recherches sur des lignites quaternaires trouvés à Jarville, près de Nancy. Des travaux de chemin de fer ont, de nouveau, mis ce dépôt à nu, dans la même localité. Des restes nombreux de plantes et d'insectes ont été recueillis et ont, en confirmant les résultats de mes premières recherches, ajouté notablement à la connaissance de la flore et de la faune à l'époque où les lignites se sont formés.

» Mon intention n'est point d'entrer ici dans le détail de cette nouvelle découverte, mais de signaler à l'attention de l'Académie un dépôt, du même âge que celui de Jarville, trouvé en 1876 dans les travaux du canal de l'Est, à Bois-l'Abbé, entre Uxegney et Golbey, aux environs d'Épinal [1].

» Le dépôt de Bois-l'Abbé est situé à 55^{km} environ, en ligne directe, de celui de Jarville; il se trouve dans la vallée de la Moselle, tandis que le second est dans celle de la Meurthe ; mais les conditions sont d'ailleurs les mêmes. Il repose à la partie inférieure d'alluvions quaternaires provenant des Vosges, de même âge de part et d'autre, et qui atteignent à Bois-l'Abbé une épaisseur de $7^m,50$ au-dessus du lignite. Celui-ci est en couche mince et, probablement, de peu d'étendue comme à Jarville ; il présente, de part et d'autre, les mêmes caractères physiques.

» Voici quel a été, jusqu'ici, le résultat de mes recherches :

ANIMAUX.

INSECTES [2]. — *Donacia sericea*, L.; *D. obscura*, Gyll.; *D. affinis*, Kunze; *D. sp.*, voisine de la *D. discolor*, Hoppe, mais probablement éteinte.

---

[1] Grâce à l'obligeance de M. l'ingénieur en chef Pugnière, qui a bien voulu m'envoyer, avec des renseignements sur les conditions du gisement, de nombreux échantillons parfaitement choisis, j'ai pu immédiatement le signaler à la Société des Sciences de Nancy (séance du 4 décembre 1876) et m'occuper de la détermination des fossiles végétaux. D'autres travaux m'ont forcé de l'interrompre, et, aujourd'hui, mon étude n'est pas complète. Je me décide, cependant, à publier les résultats que j'ai obtenus, parce que les problèmes relatifs à la végétation des temps quaternaires sollicitent de plus en plus l'attention des géologues et des paléontologistes; parce que, aussi, le dépôt de Jarville a attiré l'attention de quelques-uns d'entre eux par ses caractères très spéciaux. La nouvelle découverte du service de Ponts et Chaussées prouve qu'il ne constitue point un fait unique en Lorraine.

[2] Tous sont représentés par leurs élytres. J'en dois la détermination à l'amitié de M. Mathieu, ancien sous-directeur de l'École forestière.

De nombreux débris (élytres, pattes, etc.), appartenant au même genre; deux fragments d'exosquelette paraissent seuls appartenir à d'autres insectes.

VÉGÉTAUX.

Dicotylédones. — *Galium palustre*, L. — Fruits nombreux.

Arctostaphylos Uva-ursi, Spr. — Bois, feuille.

Loiscleuria procumbens, Desv. — Feuille.

Menyanthes trifoliata, L. — Graines, un peu plus petites et plus comprimées que celles des pieds vivant aujourd'hui.

Daphne cneorum, L. — Rameaux avec leurs bourgeons; une feuille paraît aussi se rapporter à cette espèce. Il pourrait se faire qu'une partie de ces débris appartînt à une espèce très voisine, le *D. striata*, Tratt.

Betula pubescens, Ehrh. — Écaille de cône, écorce, rameau avec écorce; le tout très petit.

Alnus incana, W. — Deux samares de petite taille.

Monocotylédones. — *Eriophorum vaginatum*, L. — Fruits rares; feuilles et souches abondantes.

Rhynchospora alba, Vahl. — Des fruits semblent appartenir certainement à cette espèce; ils sont, cependant, plus allongés et moins renflés à la base que ne le sont ceux qu'on récolte aujourd'hui dans les Vosges; mais des échantillons, plus septentrionaux, se rapprochent beaucoup, sous ce rapport, des fossiles.

Plusieurs autres monocotylédonées, dont les feuilles sont très abondantes, accompagnent les deux espèces précédentes.

Gymnospermes. — *Pinus montana*, du Roi. — Racine, bois, écorce, rameaux; feuilles, en partie avec leurs gaines, très abondantes; écailles représentant des feuilles; écailles du cône; pollen en abondance.

Picea excelsa, Link. — Bois; écailles de la base du cône; graines.

Acotylédones. — *Sphærella pinastri*, Duby. — On trouve, en outre, un mycélium de la forme des rhizomorphes; celui qui a été décrit sous le nom de *Rhizomorpha setiformis*, Roth, paraît lui ressembler beaucoup. Je ne prétends pas d'ailleurs les identifier.

» On trouve, à Bois-l'Abbé comme à Jarville, du charbon; mais il ne me semble pas dû à l'intervention de l'homme. Il est plus naturel d'y voir la forme remarquable de combustible décrite par M. Grand'Eury, sous le nom de *fusain*.

» Le lignite paraît s'être constitué sur place, dans des conditions semblables à celles des tourbières actuelles; les insectes qu'on y trouve, plusieurs des plantes qui le constituent, indiquent une station très humide.

» Cette tourbière se trouvait dans une forêt, comme le montrent le nombre des arbres rencontrés, l'abondance de l'un d'entre eux, le Pin de montagne. Elle différait profondément de celles qui se trouvent aujourd'hui dans les environs, où règnent, d'une façon prédominante, les Chênes

(rouvre et pédonculé), le Hêtre, le Charme, et où les Conifères, en dehors du Genévrier, font absolument défaut ([1]).

» Pour rencontrer, dans les Vosges, des tourbières avec une végétation forestière analogue à celle qu'on observe dans ces lignites quaternaires, il faut pénétrer dans la région centrale et élevée de la chaîne, celle qui entoure le lac de Gérardmer, où l'Epicéa et même le Pin de montagne existent encore. La rareté du Bouleau pubescent, la présence de l'Aune blanc, de l'*Arctostaphylos Uva-ursi*, du *Loiseleuria procumbens*, indiquent même un climat plus rude que celui des Hautes-Vosges, analogue à celui du nord de l'Europe ou des régions élevées des Alpes.

» On voit que de l'examen du dépôt de Bois-l'Abbé, comme de celui de Jarville, il ressort cette conclusion, qu'à l'époque où ils se sont formés, le climat de la Lorraine était plus rude qu'il ne l'est aujourd'hui, et qu'une végétation forestière où prédominaient les Conifères des régions froides régnait même aux basses altitudes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les crépuscules des 26 et 27 novembre 1883.* Note de M. E. RENOU, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans les soirées des 26 et 27 novembre, un crépuscule rouge et extraordinairement lumineux a attiré l'attention d'un grand nombre de personnes, soit à Paris, soit dans une partie de la France ; beaucoup ont cru à une aurore boréale. Cette clarté extraordinaire a attiré aussi notre attention à l'Observatoire du parc de Saint-Maur ; malgré le peu de rapports entre ce phénomène et une aurore polaire, nous n'avons pas négligé de constater l'état des appareils magnétiques, qui sont demeurés tranquilles.

» Le lendemain 28 novembre, longtemps avant le lever du soleil, l'aurore était aussi brillante que le crépuscule des jours précédents.

» Le baromètre, assez bas le 26, a remonté rapidement le 27 et les jours suivants ; la température moyenne de la journée, qui était à 10° les 25 et 26, s'est abaissée rapidement à 4°,9 le 27, et à 2°,8 le 28, sans offrir rien de remarquable.

» On ne connaît pas complètement les circonstances qui favorisent la production de ces crépuscules brillants ; ils paraissent concorder avec une éclaircie d'une immense étendue, des cirrus légers et très élevés, et un air sec dans les hautes régions de l'atmosphère.

([1]) Le Pin silvestre a été introduit à une date assez récente, mais n'est pas spontané.

» Mais le phénomène de ces jours passés paraît se rattacher à un état atmosphérique qui se reproduit presque à jour fixe chaque année. Depuis la pluie d'étoiles filantes qui a fait son apparition le 27 novembre 1872, nous constations très souvent des manifestations orageuses du 26 au 28.

» En 1878, on a entendu tonner, à l'Observatoire du Parc, le matin de bonne heure; il a éclairé dans les soirées d'un de ces jours en 1873, 1874, 1881. Enfin, le 26 novembre dernier, on a entendu deux coups de tonnerre à Colettes, à 7^{km} au sud-est de Blois. »

M. **Hervé Mangon**, après avoir analysé la Note précédente, fait connaître qu'il a observé de chez lui le brillant éclairage crépusculaire du 27 décembre 1883. A $6^h 12^m$ du soir (temps moyen de l'Observatoire), plus de deux heures après le coucher du Soleil, une grande partie du ciel était encore illuminée d'une teinte rose très vive. La partie centrale la plus brillante paraissait se trouver environ à 19° W.-S.-W et à 11° ou 12° au-dessus de l'horizon. Cette lueur crépusculaire a été observée également sur les côtes de la Manche et sur celles de la Provence.

M. **Chapel** adresse une Note signalant la coïncidence entre les phénomènes lumineux qui se sont produits dans les soirées des 26 et 27 novembre et la rencontre par la Terre du deuxième essaim cosmique de novembre.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.